In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful













Généralités du Système Nerveux
Et
Moelle spinale

Généralités du SN :

Moelle spinale :

Rafik KORISSI

Organisation du SNC :

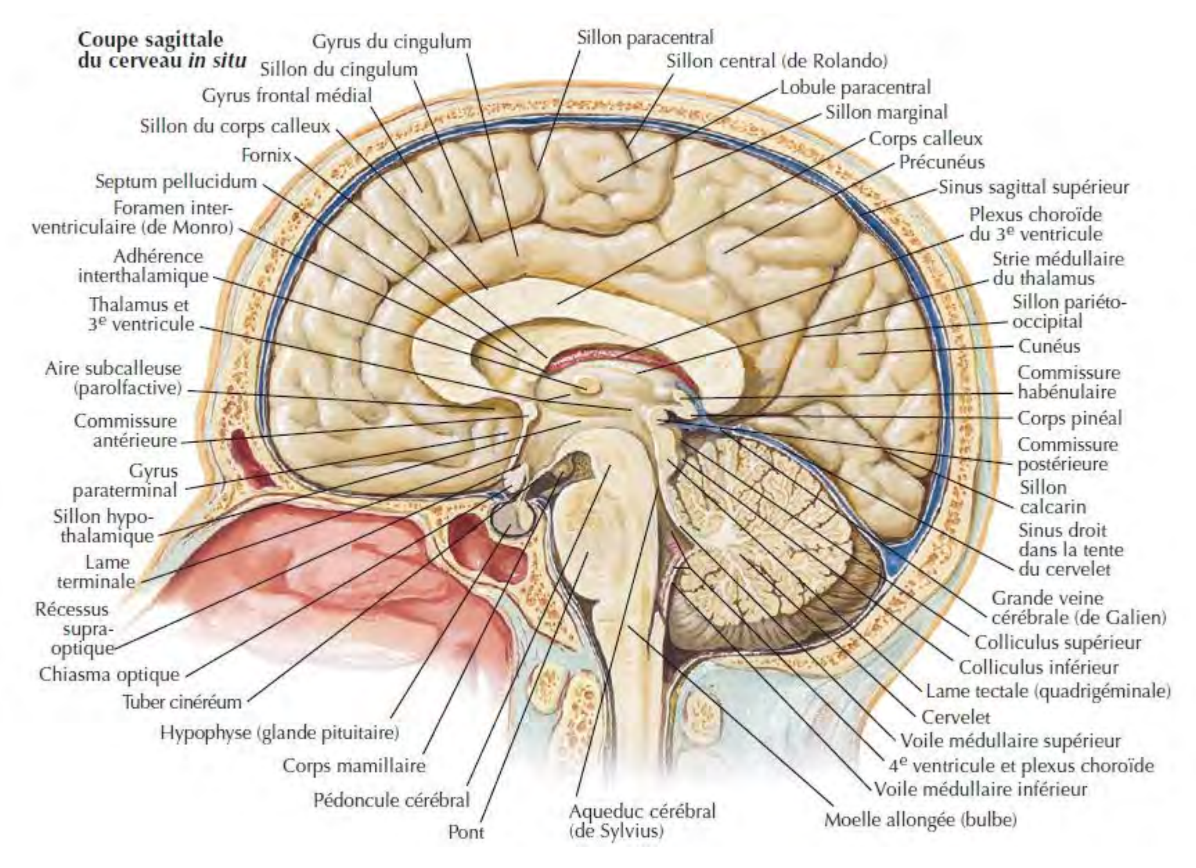
Le SNC, Système Nerveux Central, ou système nerveux cérébro-spinal, représente le centre où s'intègrent, se coordonnent et s'élaborent les influx nerveux pour assurer la fonction de vie. Il est composé d'un axe central dit l'axe cérébro-spinal, composé du cerveau (protégé par la boîte crânienne) et de la moelle (protégée par le canal vertébral ou rachidien) :

- **Partie haute** : centres supérieurs (néocortex) :
  - Responsable des activités mentales supérieures : réfléchir, prévoir, décider etc. -> activité volontaire consciente (vie de relation)
  - ***Prend en charge l'appareil locomoteur et les organes des sens (relation avec le monde extérieur)***
- **Partie basse** : centres sous-corticaux (diencéphale et mésencéphale) et centres régulateurs (hypothalamus et hypophyse) :
  - Activité involontaire inconsciente (vie végétative)
  - ***Prend en charge les appareils cardio-vasculaire, respiratoire, digestif, uro-génital et endocrinien.***

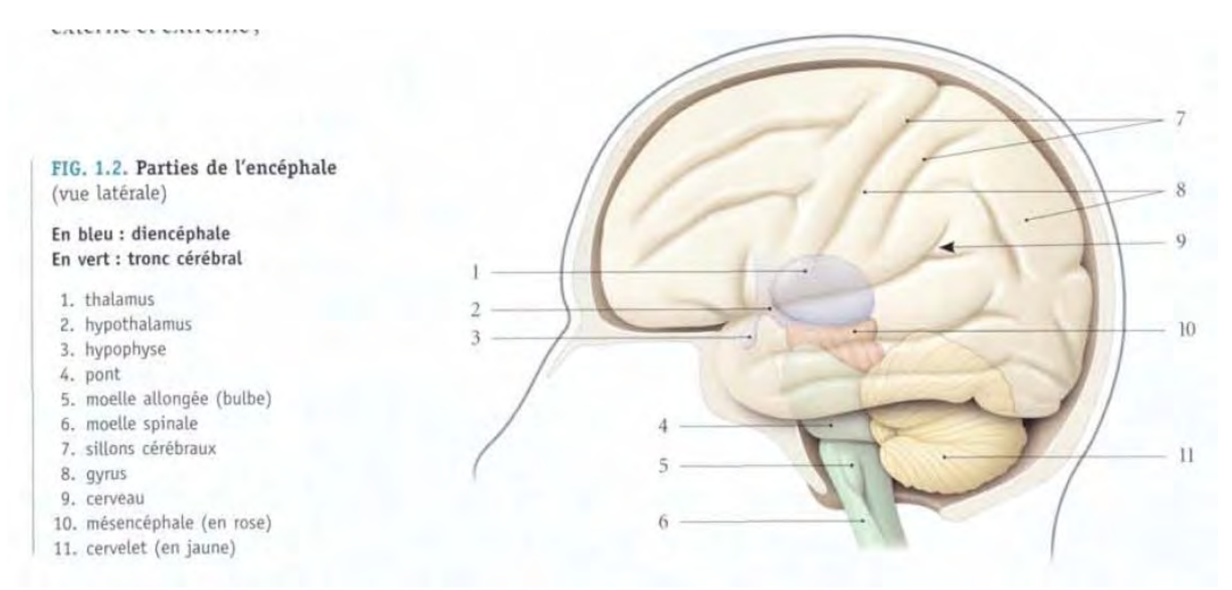
➔ L'équilibre des deux systèmes gère la vie psychique (aptitudes mentales – psychologiques et intellectuelles) (état d'esprit)

Cerveau, diencéphale, cervelet et tronc encéphalique (cérébral) constituent **l'encéphale, situé** ***dans la boîte crânienne***, **isolé des parois osseuses par les méninges :**

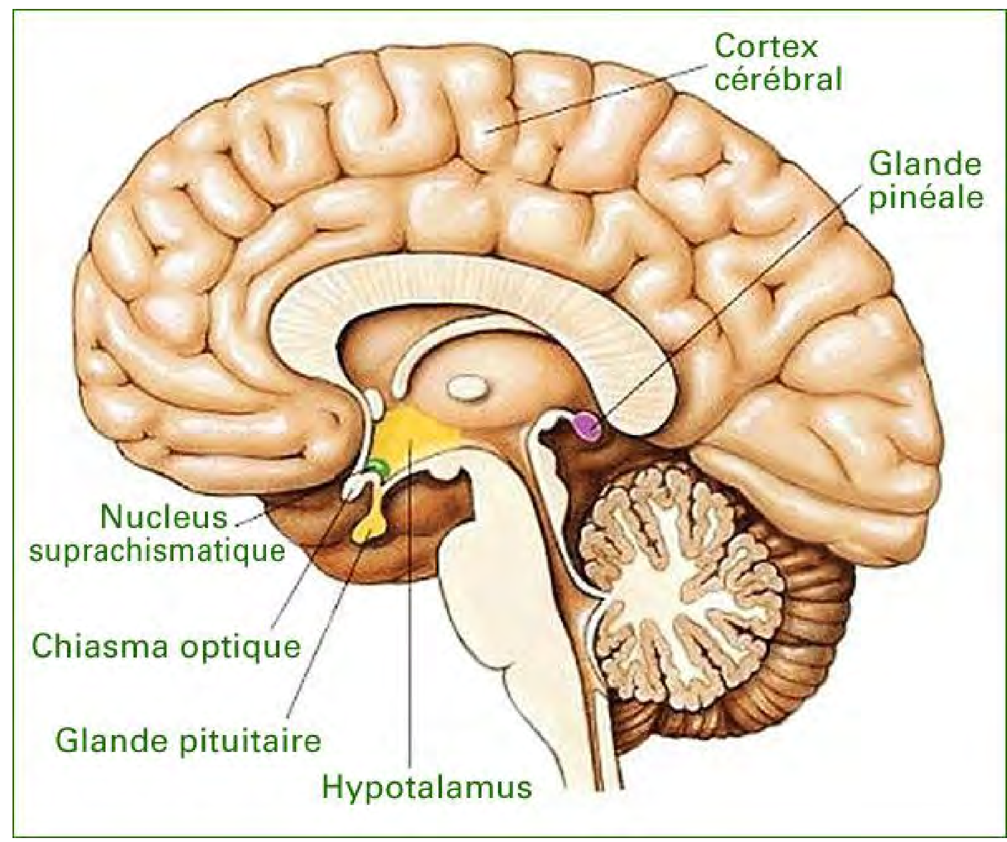
- **Cerveau :** ***partie la plus volumineuse de l'encéphale, constituée du :*** cortex (pallium), substance blanche, noyaux gris de la base et cavités de l'encéphale adulte (ventricules latéraux et partie supérieure du 3e ventricule) **qui dérivent du télencéphale.**
- **Diencéphale :** ***prolonge en avant le mésencéphale et unit les hémisphères cérébraux,*** *il occupe la partie centrale de l'encéphale. Chaque paroi latérale comprend :*
  - Thalamus : masse cellulaire occupant la majeure partie de cette paroi ;
  - Epithalamus : au-dessus du thalamus, comprend l'épiphyse (glande pinéale) et l'habénula ;
  - Hypothalamus : au-dessous du thalamus, prolongé en bas par l'hypophyse.
- **Tronc encéphalique :** ***voie de passage des faisceaux et tractus nerveux, et contient tous les noyaux des nerfs crâniens (sauf les nerfs I et II – olfactif et optique respectivement qui sont dépourvus de noyaux).*** Il comprend de haut en bas :
  - Mésencéphale : partie **rostrale (en haut) ;**
  - Pont (protubérance annulaire ou pont de VAROLE) ;
  - Moelle allongée (bulbe rachidien) : partie la plus **caudale (en bas),** prolongée en bas par la moelle spinale.
- **Cervelet :** ***situé à la face dorsale du pont et de la moelle allongée dont il est séparé par le 4e ventricule.*** Il joue un rôle dans l'équilibre, le tonus musculaire et les mouvements automatiques.



Vue médiale – Atlas d'Anatomie Humaine 5e édition – F.H. NETTER ; traduit par P. KAMINA – Planche 105



Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 4



Lephareeclaireur.wordpress.com – vue médiale gauche d'une coupe sagittale du cerveau

Moelle spinale, partie du SNC **située *dans le canal vertébral*, entourée par les méninges spinales avec :**

- Une substance grise : centrale, contenant des centres nerveux autonomes et des sites de synapses ;
- Une substance blanche : périphérique, correspondant aux tractus et faisceaux nerveux véhiculant les influx moteurs et sensitifs.

Système nerveux périphérique :

Transporte les influx nerveux entre l'effecteur et le récepteur. Il est le lien qui unit le SNC aux organes. Il est constitué de nerfs et de ganglions crâniens *sous la dépendance de l'encéphale,* et de nerfs et de ganglions spinaux *sous la dépendance de la moelle spinale (épinière).*

31 paires de nerfs spinaux : mixtes sensitivo-moteurs sortent du canal vertébral par les foramens vertébraux (innervation somatique ; innervation végétative grâce aux rameaux communicants)

12 paires de nerfs crâniens : émergent de l'encéphale et sortent du crâne par les fissures et foramens de la base du crâne, avec trois groupes :

- **Purement sensoriels** destinés aux organes des sens autres que le toucher :
  - I : olfactif **(olfaction) ;**
  - II : optique **(vision) ;**
  - VIII : vestibulo-cochléaire **(audition et équilibration).**
- **Purement moteurs** destinés à :
  - III, IV et VI : oculomoteur, trochléaire et abducens **(l'œil) ;**

- XI : accessoire spinal **(le muscle sterno-cléido-mastoïdien – SCM) ;**
- XII : hypoglosse **(la langue).**

- **Sensitivo-moteurs** destinés aux régions de la face et du cou :
  - V : trijumeau ;
  - VII : facial ;
  - IX : glossopharyngien ;
  - X : vague.

Système nerveux autonome (végétatif) :

- Système nerveux orthosympathique
- Système nerveux parasympathique

➔ **Ils sont *plus ou moins* antagonistes.**

Système moteur non contrôlé par la conscience, réparti dans l'ensemble du corps, contrôle la fonction des muscles lisses (myocarde et sécrétions glandulaires).

Moelle spinale :

Embryologie de la moelle spinale :

A la fin de la 4e semaine, les neuroblastes du tube neural se différencient en 3 couches :

- **Couche marginale :** périphérique, contient les neurofibres neuroblastiques. Elle donne ***la substance blanche spinale*** ;
- **Couche palliale :** intermédiaire, contient les corps neuroblastiques. Elle donne ***la substance grise spinale*** et s'organise de chaque côté en :
  - **Lame ventrale (basale ou fondamentale) :** devient la corne antérieure ou ventrale (motrice) de la moelle spinale ;
  - **Lame dorsale (alaire) :** devient la corne postérieure ou dorsale (sensitive) de la moelle spinale ;
  - **Lame dorso-latérale :** devient la corne latérale (végétative), *au contact du sillon limitant* de la future **région thoraco-lombaire (segments spinaux C8 -> L3)**
- **Couche épendymaire :** interne, limite le canal neural et donne l'épendyme. La lumière du canal neural se réduit et donne le canal *central*.

A la fin du développement de la moelle spinale :

- La face antérieure présente **une échancrure (fissure) médiane ventrale, profonde,** et *deux sillons antéro-latéraux* de chaque côté de celle-ci, lieux d'émergence des racines spinales ventrales ;
- La face postérieure présente **un septum (sillon) médian postérieur,** *et deux sillons postéro-latéraux* de chaque côté de celui-ci, lieux d'émergence des racines spinales dorsales ;
- La substance grise est organisée en cornes antérieure motrice, postérieure sensitive et latérale végétative ;
- La substance blanche est organisée en cordons postérieur, antérieur et latéral.

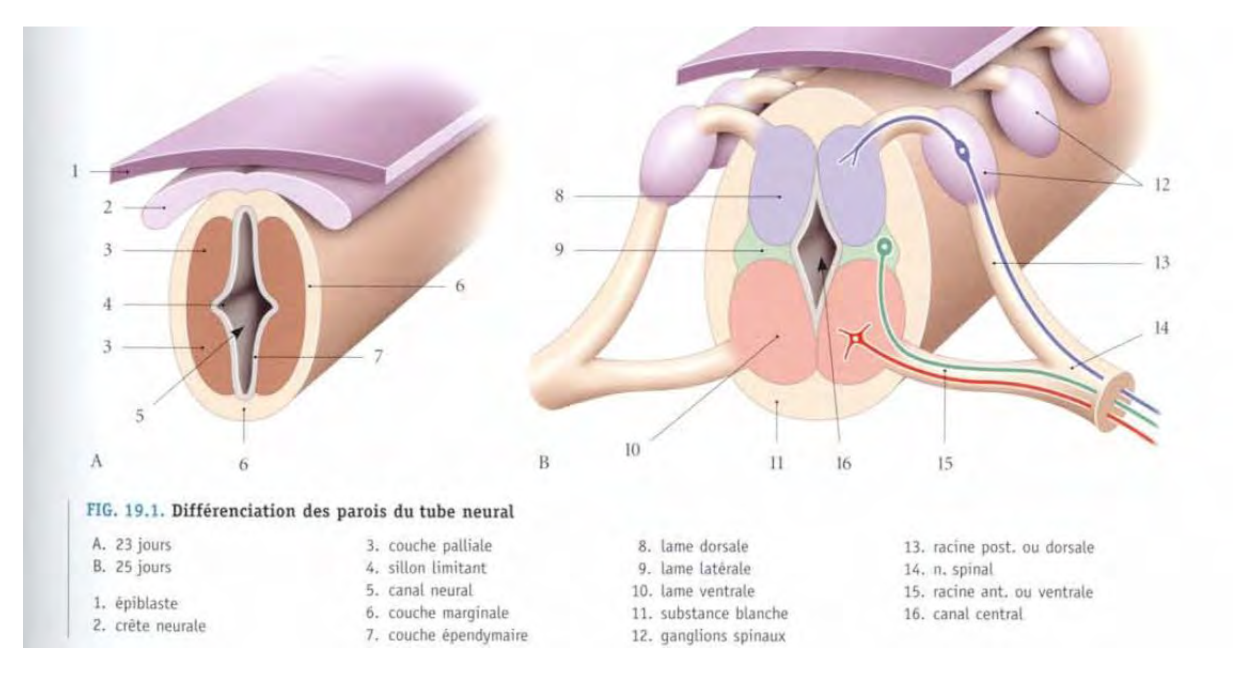


FIG. 19.1. Différenciation des parois du tube neural

A. 23 jours
B. 25 jours

1. épiblaste
2. crête neurale
3. couche palliale
4. sillon limitant
5. canal neural
6. couche marginale
7. couche épendymaire
8. lame dorsale
9. lame latérale
10. lame ventrale
11. substance blanche
12. ganglions spinaux
13. racine post. ou dorsale
14. n. spinal
15. racine ant. ou ventrale
16. canal central

Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 185

Evolution topographique de l'extrémité caudale de la moelle spinale (cône terminal ou médullaire) **:**

- Au stade de 3 mois du développement embryonnaire :

La moelle spinale *occupe la totalité du canal vertébral jusqu'à S5 (cône terminal en regard de S5)*. **L'origine de chaque nerf spinal est en regard du foramen vertébral correspondant** *(même pour les racines spinales sacrales).*

- Au stade de 6 mois du développement embryonnaire :

La moelle croît moins rapidement que le canal vertébral (cône terminal en regard de S1), ce qui donne l'ascension *apparente* de l'extrémité caudale de la moelle spinale.

- A la naissance :

Le cône terminal remonte encore plus haut (en regard de L3), la racine S1 descend en bas pour sortir à travers son foramen. L'espace entre la moelle et le canal vertébral est comblé par **les racines spinales lombo-sacrales (plus exactement celles correspondant aux nerfs spinaux L3 -> nerf coccygien C0) qui forment la queue de cheval.**

- A l'âge adulte **:**

Le cône terminal se termine en regard de L1-L2.

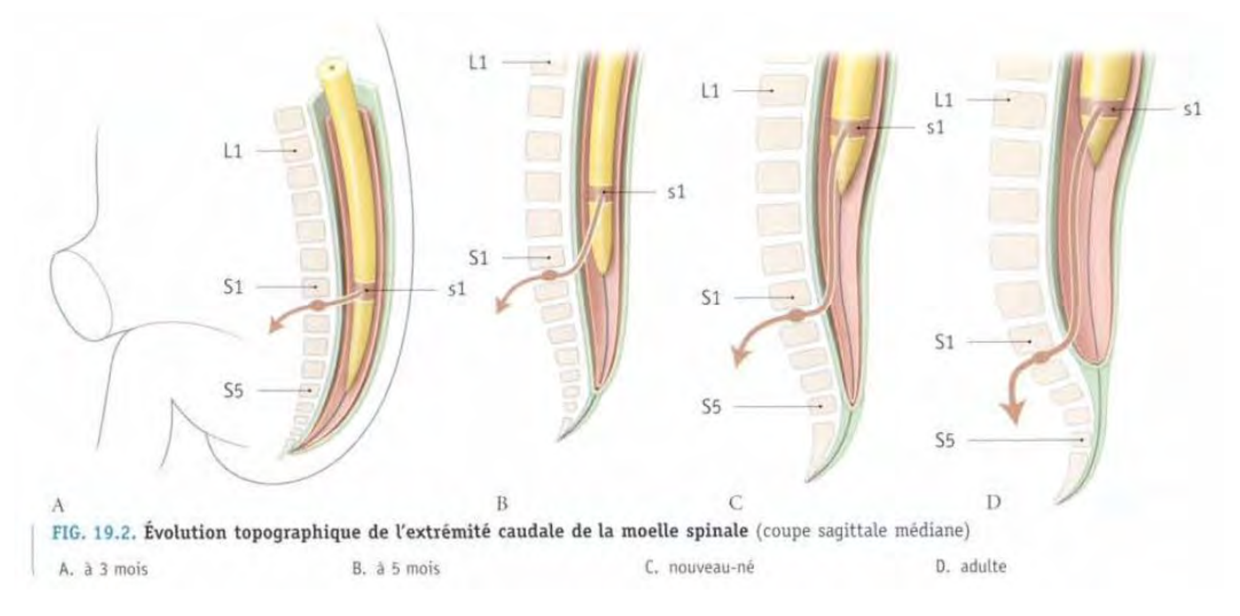


FIG. 19.2. **Évolution topographique de l'extrémité caudale de la moelle spinale** (coupe sagittale médiane)
A. à 3 mois B. à 5 mois C. nouveau-né D. adulte

Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 186

Morphologie :

La moelle spinale s'étale de la base du crâne (fait suite à la moelle allongée *au niveau du bord supérieur de l'atlas ou C1*) jusqu'en bas, où le cône médullaire (terminal) se termine en regard de L1-L2.

Le filum terminal (reliquat embryonnaire) ***fait suite au cône terminal*** et est constitué de deux parties :

- Une partie piale ou interne, qui chemine dans **l'axe médian de la queue de cheval, entre les nerfs la constituant** ;
- Une partie durale ou externe qui se termine au coccyx **et forme le ligament coccygien.**

➔ Le filum terminal sert d'ancrage à l'extrémité inférieure de la moelle spinale (le cône terminal) et aux méninges spinales (de dedans en dehors : pie-mère, arachnoïde et dure-mère).

La moelle spinale est une longue tige cylindrique blanchâtre de consistance molle. Elle a une forme de S allongé avec deux convexités en regard de deux renflements **ou intumescences : cervicale et lombale.**

Elle est organisée de haut en bas en :

- Segment supérieur : segments spinaux C1 à C3 ;
- **Intumescence cervicale : segments spinaux en regard <u>des vertèbres</u> C4 à T1** pour l'innervation du membre supérieur.
- Segment dorsal : segments spinaux T2 à T9 (D2 à D9)
- **Intumescence lombaire : segments spinaux en regard <u>des vertèbres</u> T10 à L1** pour l'innervation du membre plevien.
- Le cône terminal se termine *le plus souvent* en regard de L1-L2 (le reste du temps en regard de L1, ou en regard de L2). La queue de cheval, constituée des derniers nerfs spinaux, descend au-dessous du cône médullaire, à partir de la vertèbre L2.

- Le filum terminal qui fait suite au cône terminal, est un reliquat embryonnaire sous forme de *moelle et méninges atrophiées*. Il se termine sur **la base du coccyx en formant le ligament coccygien.**
  - Les segments spinaux ne sont pas *forcément* ***situés en regard de leurs vertèbres correspondantes,*** *puisque la moelle épinière est plus courte que la colonne vertébrale.* Les segments spinaux lombaires et sacraux donc, se situent au-dessus des vertèbres lombaires et sacrales leur correspondant.
  - La dure-mère spinale forme le sac dural et **se termine par un cul-de-sac dural en regard de la vertèbre S2.**

Dimensions :

Tige aplatie dans le sens antéro-postérieur, longue de 45 cm.

La largeur est de 10 mm (14 mm pour l'intumescence).

Elle s'étend du bord supérieur de **C1 jusqu'à L1-L2.**

Le filum terminal est de 25 cm de longueur **(de L1-L2 au hiatus sacré),** et de 1 à 2 mm de largeur**.**

Le poids est de 30 grammes.

Les racines cervicales sont **horizontales** car en regard de leurs foramens vertébraux, les racines thoraciques sont plus **obliques** et les racines lombaires et sacrales sont **verticales**.

La moelle spinale **compte 31 paires de nerfs spinaux :**

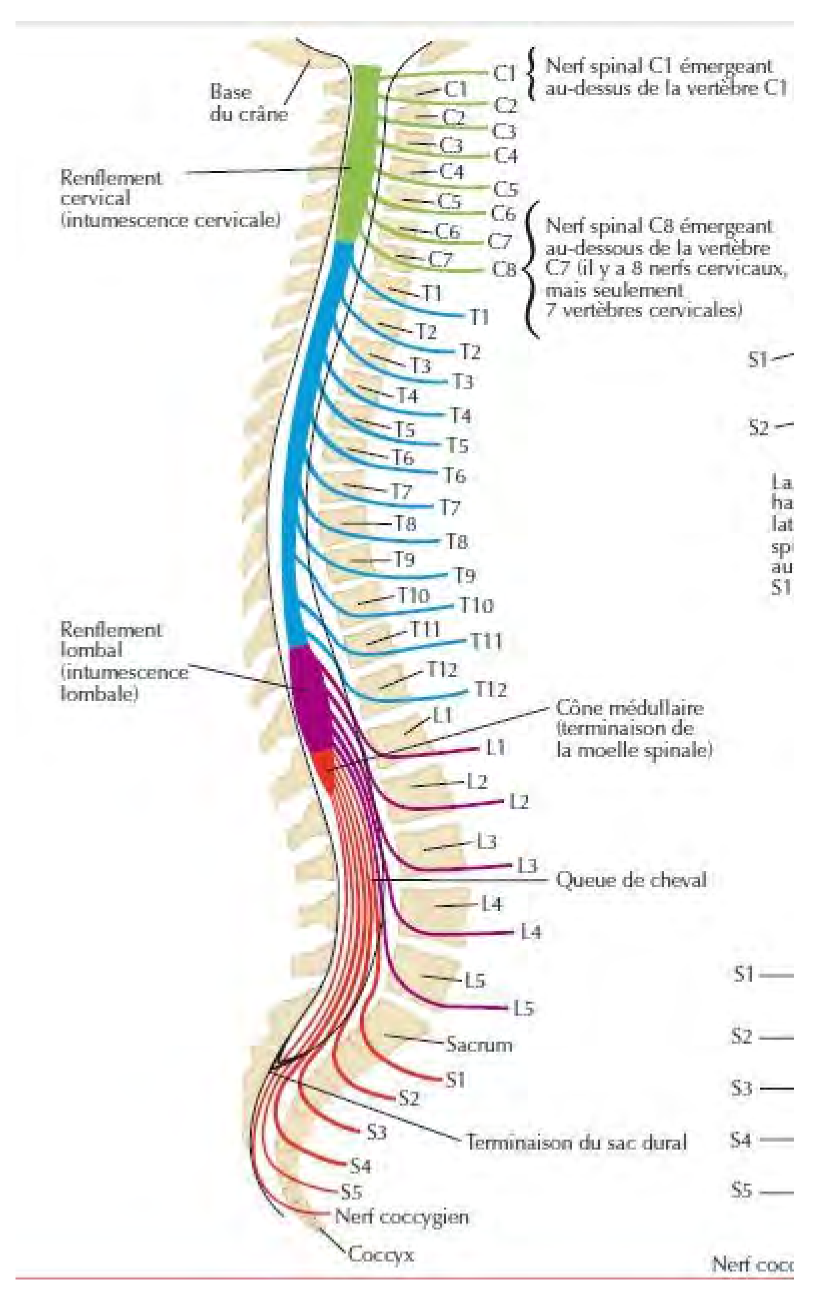
- 8 racines cervicales, 12 thoraciques, 5 lombaires, 5 sacrales et une coccygienne.

Il existe **7 vertèbres cervicales**, 12 thoraciques, 5 lombaires, 5 sacrales et 4 coccygiennes (33 en tout).

La correspondance entre vertèbres et racines spinales n'est pas stricte :

- Les **7 premiers nerfs cervicaux** sortent au-dessus des ***vertèbres cervicales correspondantes,*** et ont la même désignation alphanumérique qu'elles **;**
  - **Le 8ème nerf cervical** sort, par contre, au-dessous de la 7e vertèbre cervicale.
- **Le reste des nerfs spinaux** sortent (comme la 8e racine cervicale) au-dessous des ***vertèbres associées,*** et ont la même désignation alphanumérique qu'elles.
  - En d'autres termes, jusqu'à C7, les nerfs spinaux portent le nom de la vertèbre **sous-jacente**. Pour le reste des nerfs spinaux, ils portent le nom de la vertèbre **sus-jacente.**
- La 5e racine sacrée et la racine coccygienne (qui peut être absente) sortent par **le hiatus sacré.**

La partie inférieure du sac dural **contient les dernières racines tassées les unes contre les autres forment la queue de cheval** (3 derniers nerfs spinaux lombaires –L3, L4, L5–, la totalité des nerfs spinaux sacraux et coccygien)**.**

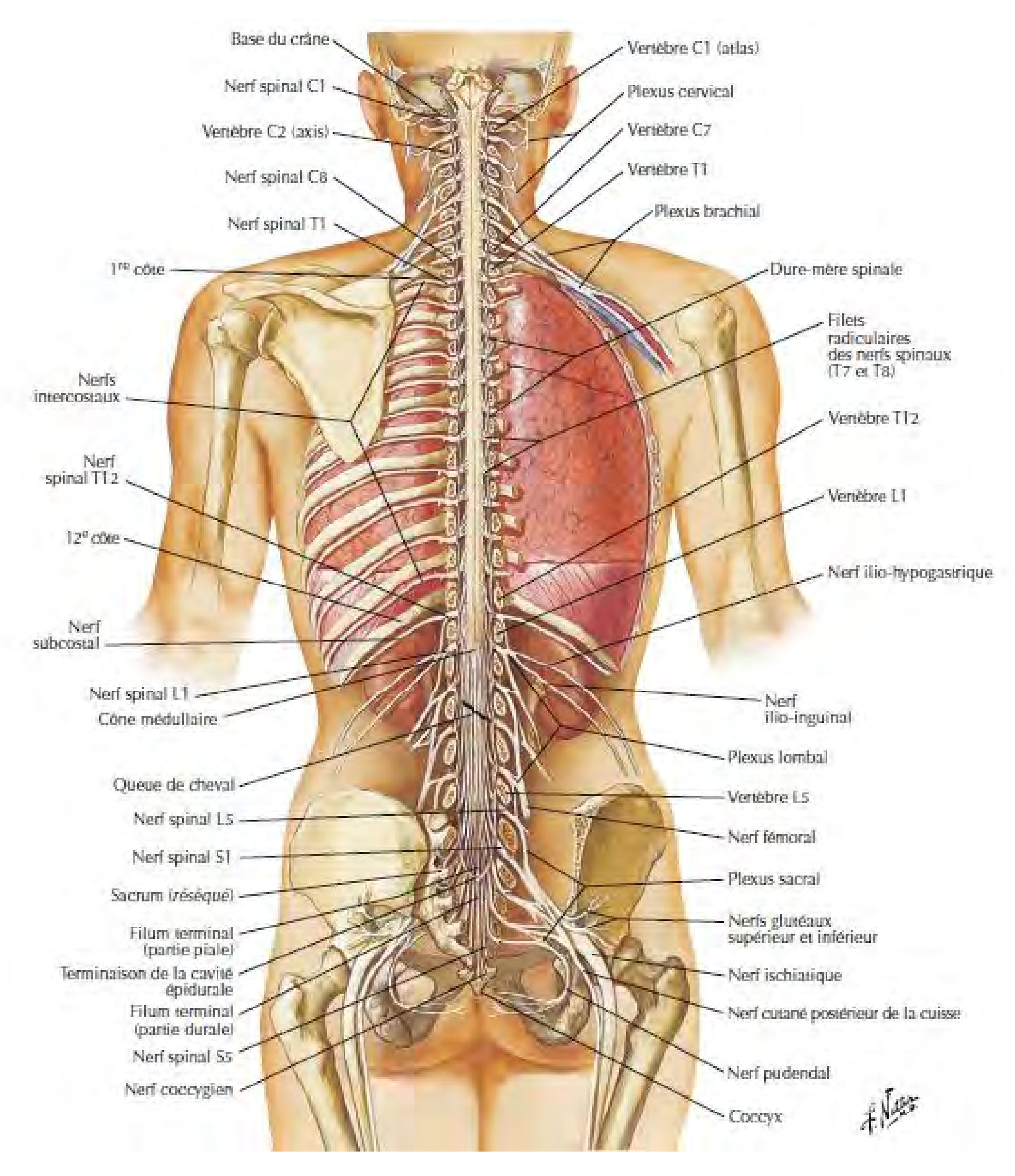


Atlas d'Anatomie Humaine 5e édition – F.H. NETTER ; traduit par P. KAMINA – Planche 158

La moelle spinale est ainsi organisée de haut en bas :

- Les nerfs crâniens (IX, X, XI) au niveau de la moelle allongée sont au-dessus de la moelle spinale ;
- Le plexus cervical (racines spinales de C1 -> C4)
- Le plexus brachial (racines spinales de C5 -> T1)
- Les nerfs intercostaux (racines spinales T2 -> T12)
- Le cône terminal, se continue au-dessous par le filum terminal
- Le plexus lombaire (racines spinales L1 -> L4)
- Le plexus sacré (racines spinales L5 -> S3)
- Le plexus coccygien (nerfs spinaux S4, S5, nerf coccygien)

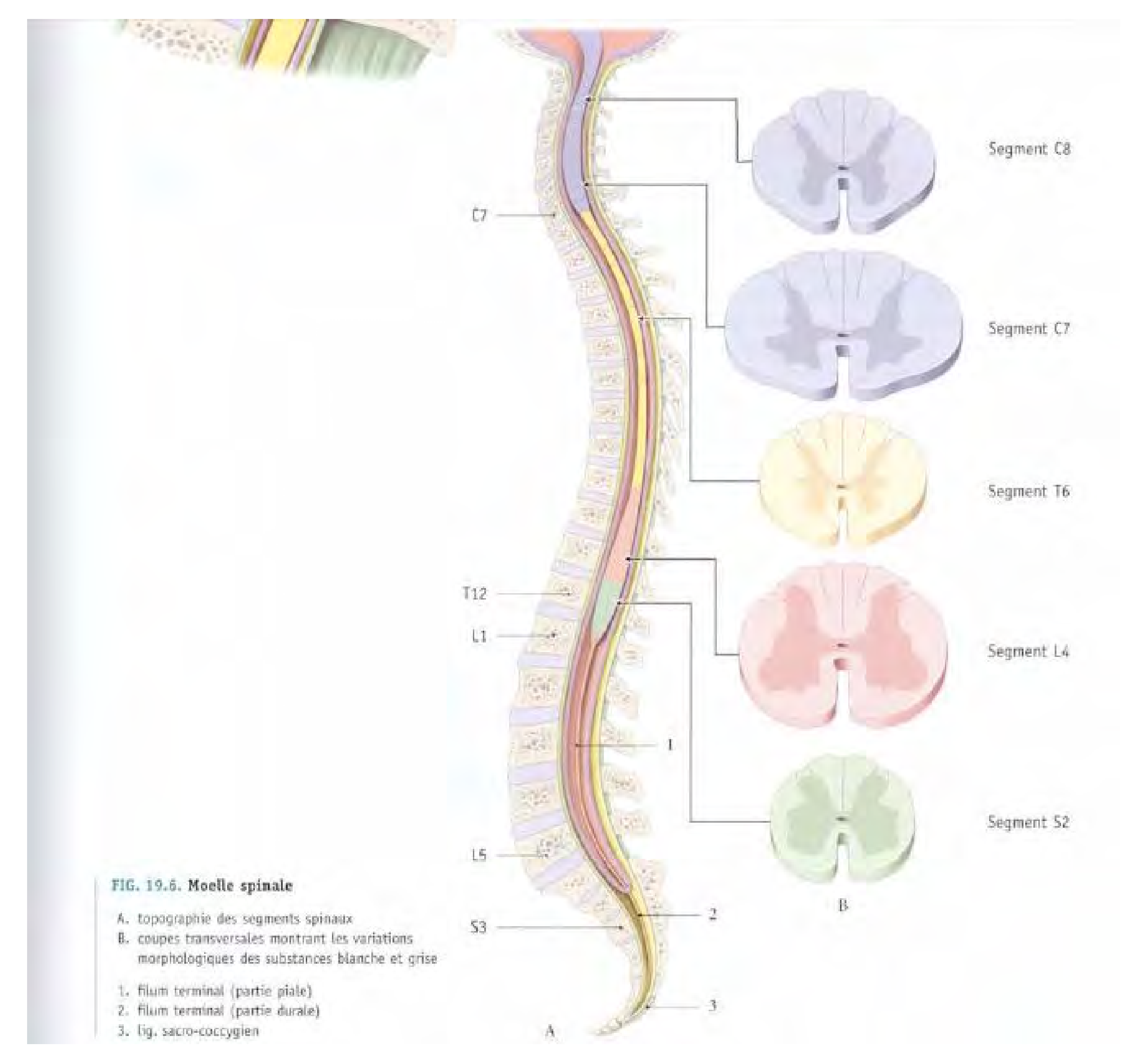
➔ La plupart des nerfs spinaux constituant les plexus lombo-sacré et coccygien forment *la queue de cheval.*



Atlas d'Anatomie Humaine 5e édition – F.H. NETTER ; traduit par P. KAMINA – Planche 157

Variations régionales :

- Dans la partie **supérieure** de la moelle, la substance blanche ***est prédominante*** par rapport à la substance grise, en raison des neurofibres motrices et sensitives provenant des membres.
- Au niveau **des intumescences *qui sont en rapport avec les membres*,** les cornes **antérieures (et la moelle spinale en général) *sont plus volumineuses* ;**
- A partir **de la moelle lombale,** la substance grise ***est prédominante*** par rapport à la substance blanche.

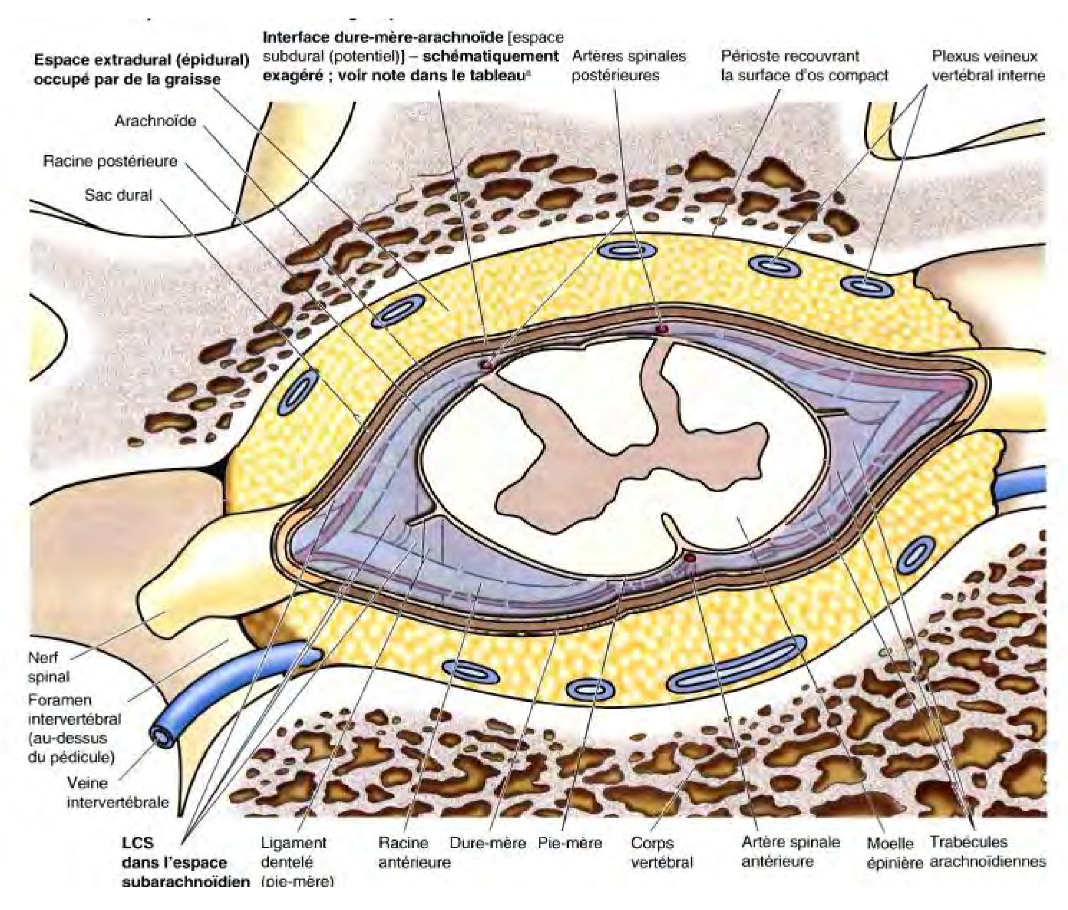


Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 189

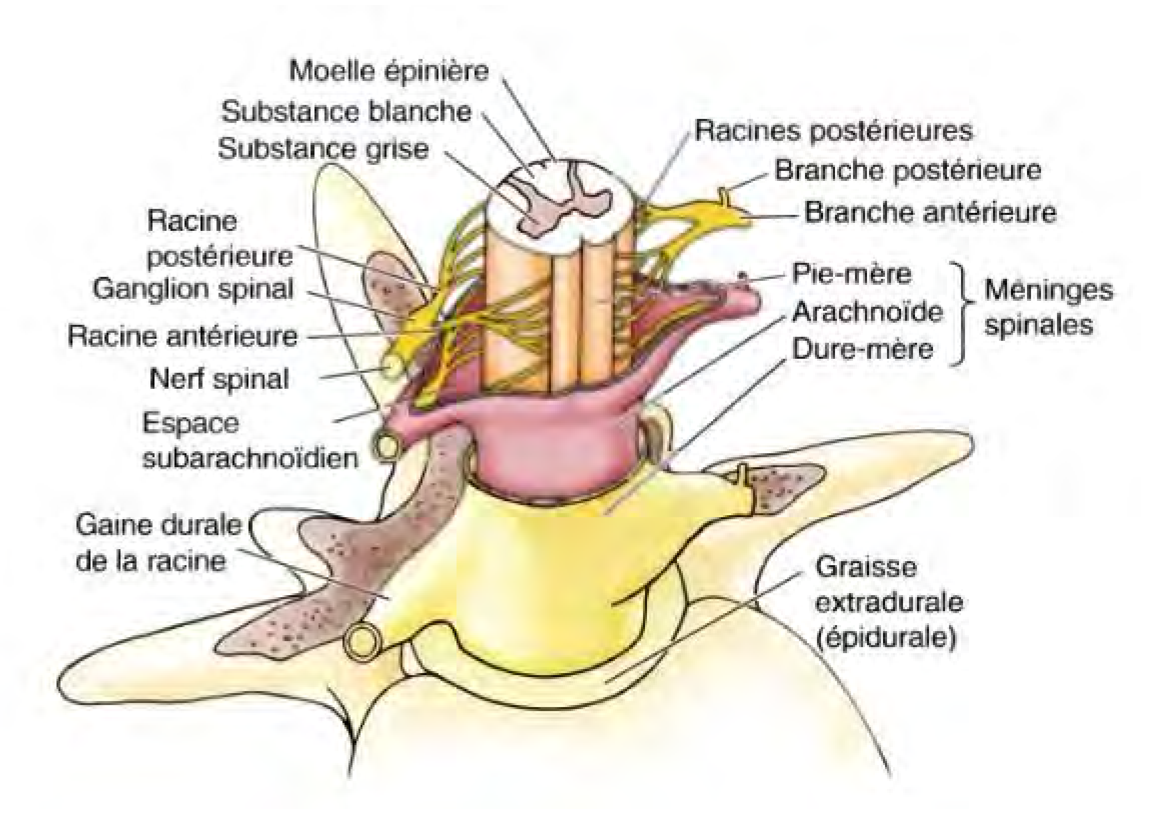
Rapports de la moelle spinale dans le canal vertébral :

La moelle est entourée par les méninges qui la protègent elle et ses racines :

- La dure-mère, enveloppe la plus externe, séparée du **périoste des vertèbres et des ligaments constituant le canal vertébral** **par l'espace épidural (extradural).** Elle forme le sac dural spinal qui est ancré, en bas, au coccyx, par le filum terminal **;**
- L'arachnoïde, borde la face interne de la dure-mère **mais n'y est pas attachée**. Un espace « subdural » entre l'arachnoïde et la dure-mère **n'existe *normalement* pas (c'est donc un espace virtuel) ;**
- La pie-mère, enveloppe la plus profonde, tapisse la surface de la moelle épinière et épouse ses irrégularités. Elle est séparée *de l'arachnoïde* **par l'espace subarachnoïdien (intradural),** ***rempli de Liquide Cérébro-Spinal (LCS – ou Liquide Céphalo-Rachidien –LCR-)***



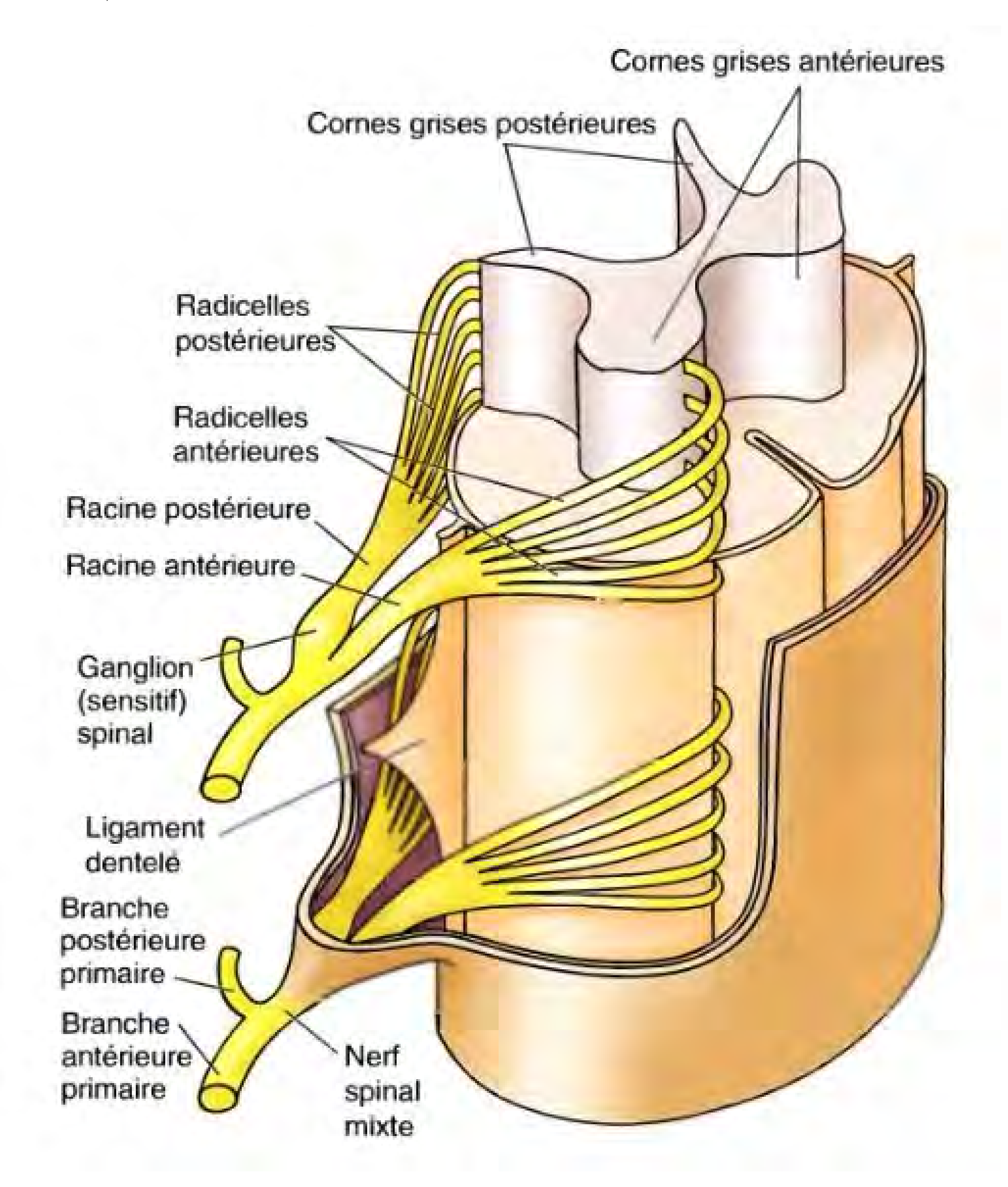
Anatomie médicale – Aspects fondamentaux et applications cliniques par K.L. MOORE et A. DALLEY – 2e Edition traduite – p. 524



Anatomie médicale – Aspects fondamentaux et applications cliniques par K.L. MOORE et A. DALLEY – 2e Edition traduite – p. 523

La moelle spinale est **suspendue dans le sac dural par :**

- Le filum terminal qui se fixe sur le ligament coccygien à la base (dos) du coccyx ;
- **Les ligaments dentelés :** expansions latérales de **la pie-mère** *sur toute la hauteur de la moelle spinale*, se détachant de chaque côté *de ses faces latérales (cordons latéraux),* ***à mi-distance des racines nerveuses dorsale et ventrale.***



Anatomie médicale – Aspects fondamentaux et applications cliniques par K.L. MOORE et A. DALLEY – 2e Edition traduite – p. 526

Coupe transversale :

La moelle épinière est formée d'un canal central (canal épendymaire) normalement virtuel, entouré de substance grise, elle-même cernée par la substance blanche qui forme la couche périphérique.

La substance grise *en coupe transversale* se présente sous forme de H, avec :

- Deux colonnes antérieures ;
- Deux colonnes postérieures ;

- Une colonne intermédiaire qui unit les colonnes précédentes.
- Commissures grises antérieure et postérieure : unissent les cornes antérieures et postérieures respectivement. La commissure grise *est percée en son centre par le canal épendymaire.*
  - Au niveau de chaque segment spinal, **les colonnes forment les cornes antérieure *motrice*, postérieure *sensitive* et latérale *végétative*.**
  - La corne antérieure est plus **massive** que la corne postérieure.
  - **La corne latérale prolonge la colonne latérale des segments spinaux T1 (ou C8) à L3 *seulement*.** Ailleurs, elle est remplacée *par la formation réticulaire spinale.*

La substance blanche est divisée en :

- Cordon antérieur : entre la fissure médiane antérieure et chaque corne antérieure et sillon antéro-latéral ;
- Cordon postérieur : entre le sillon médian postérieur et chaque corne postérieure et sillon postéro-latéral ;
- Cordon latéral : entre les cornes antérieure et postérieure, et les sillons antéro-latéral et postéro-latéral (un cordon latéral de chaque côté) ;
- Commissures blanches antérieure et postérieure : unissent les cordons antérieurs et postérieurs respectivement. La commissure blanche antérieure est située en avant de la commissure grise antérieure, et la commissure blanche postérieure est située en arrière de la commissure grise postérieure.

La face antérieure de la moelle spinale présente une fissure médiane **profonde**, alors que la face postérieure présente un sillon médian postérieur **étroit.**

Ces deux faces présentent des sillons antéro-latéraux entre les cordons antérieurs et latéraux de chaque côté, et des sillons postéro-latéraux entre les cordons postérieurs et latéraux de chaque côté également.

Les sillons antéro-latéraux représentent les lieux d'émergence **des racines ventrales motrices.**

Les sillons postéro-latéraux représentent les lieux d'émergence **des racines dorsales sensitives.**

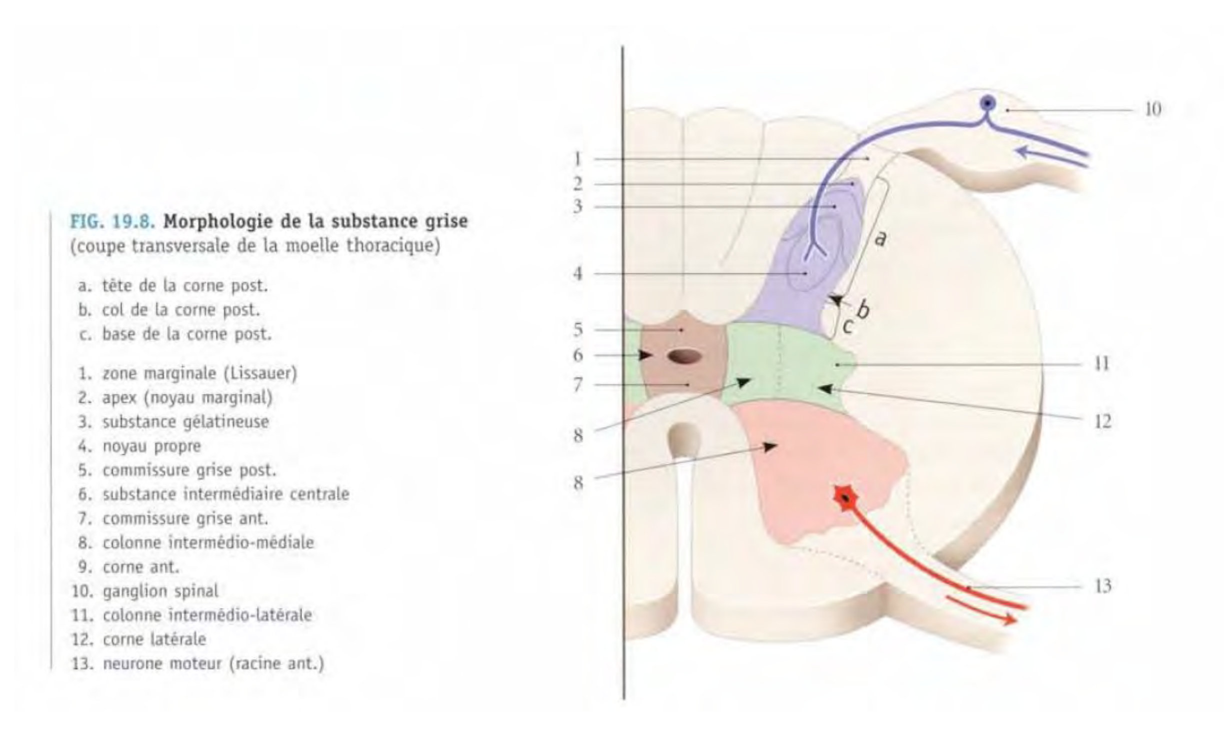
- La substance grise possède des amas de somas organisés *en noyaux spinaux, ou lames spinales.*

C'est ainsi que la corne postérieure, plus étroite et piriforme que la corne antérieure, possède :

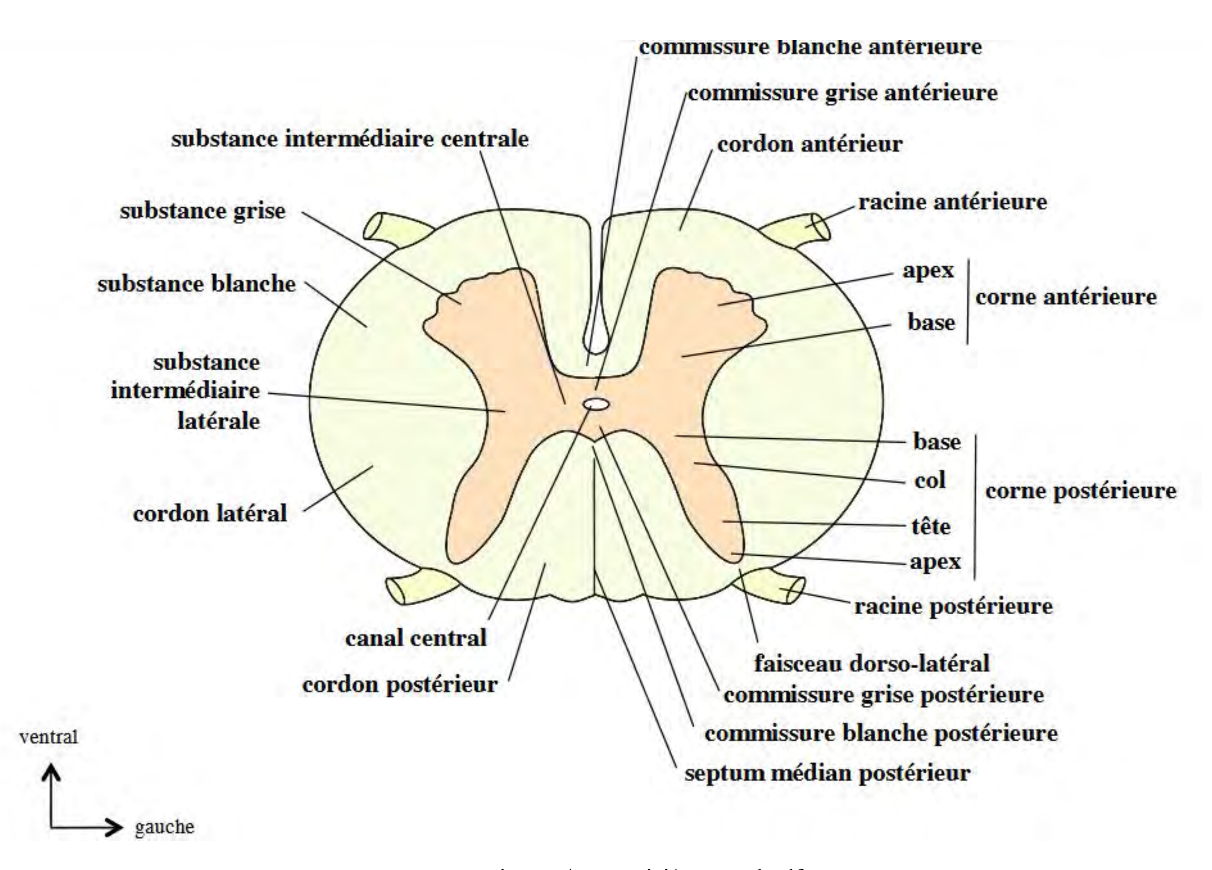
- Un apex, formé **du noyau marginal (couche de WALDEYER) ;**
- Une tête, formée **de la substance gélatineuse (de ROLANDO)** *(ceci est dû aux îlots de myéline)*. Elle est aussi le siège **du noyau propre ;**
- Un col (isthme), siège **du noyau (ou colonne) de BECHTEREW en dehors, et du noyau (ou colonne) de CLARKE en dedans ;**
- Une base.

De la périphérie vers l'interne nous observons donc :

- Zone marginale (de LISSAUER) (tractus dorso-latéral) dans la substance blanche, entre l'apex de la corne postérieure et le sillon dorso-latéral de la moelle spinale ;
- Noyau marginal ;
- La substance gélatineuse de ROLANDO ;
- Noyau propre.



Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 190



www.anat-jg.com/moscovici/mormoel.pdf

Fonctions de la moelle spinale :

On distingue deux fonctions à la moelle épinière :

- **Une fonction dans l'activité réflexe :** dont la substance grise est le centre « intégrateur » :
  - **Arc réflexe bineuronal :** ce sont des réflexes monosynaptiques (sans interneurones).
    - **Réflexe myotatique (ostéo-tendineux) :** réflexe rotulien, réflexe achilléen.
  - **Arc réflexe trineuronal ou polyneuronal :** ce sont des réflexes polysynaptiques (un ou plusieurs interneurones).
    - **Réflexe de retrait ou de flexion (nociceptif) :** réflexe ipsilatéral de flexion (extension croisée).
- **Une fonction de conduction** ascendante ou descendante des faisceaux de substance blanche.

Systématisation de la substance grise médullaire :

Corne postérieure :

- **La partie la plus distale (l'apex et la tête) de la corne postérieure** prend en charge **la sensibilité extéroceptive** *(les neurones s'interconnectent à ce niveau)* **;**
- **L'isthme (col) de la corne postérieure** est lié à **la sensibilité profonde (proprioceptive) ;**
- **La base de la corne postérieure (et donc la partie dorsale de la colonne intermédiaire)** correspond à **la sensibilité intéroceptive viscérale.**

Corne antérieure :

- **La base de la corne antérieure (et donc la partie ventrale de la colonne intermédiaire)** concerne **la motricité viscérale ;**
- **L'apex de la corne antérieure** est impliqué dans **la motricité somatique.**

Les voies ascendantes de la moelle spinale :

Les voies ascendantes ou *sensitives,* paires et symétriques, véhiculent à travers la moelle spinale les sensations **conscientes** au ***cortex cérébral,*** et les sensations **inconscientes** aux structures ***sous-corticales et au cervelet.***

Ces messages afférents partent de récepteurs **extéroceptifs, proprioceptifs et intéroceptifs (viscéraux).**

Organisation générale des voies sensitives :

Les voies ascendantes sont **généralement** organisées en 3 groupes de neurones *(la voie proprioceptive inconsciente ne possède que 2 neurones)* :

- **Premier neurone sensitif (protoneurone sensitif) :** périphérique, en relation *avec le récepteur sensitif :*
  - Son soma est situé *dans un ganglion spinal* ;

- Son axone fait synapse, soit dans :
    - La corne **postérieure homolatérale** de la moelle spinale.
        - Sensibilités thermo-algésique et protopathique *(faisceaux spino-thalamiques)* et sensibilité proprioceptive inconsciente *(faisceaux spino-cérébelleux)*
            - *Quelques fibres des faisceaux gracile et cunéiforme se terminent dans la corne dorsale homolatérale.*
    - Un **noyau homolatéral de moelle allongée.**
        - Sensibilité épicritique et proprioceptive consciente *(faisceaux gracile et cunéiforme ou de GOLL et BURDACH)*

- **Deuxième neurone sensitif (deutoneurone sensitif) :** central :
    - Son soma est situé dans *la corne dorsale de la moelle épinière* ou dans *un noyau du bulbe rachidien (moelle allongée)* ;
    - Son axone **décusse (croise la ligne médiane)** pour monter du côté ***controlatéral,*** puis fait synapse dans :
        - **Le cervelet** (faisceau spino-cérébelleux)
        - **Les différents noyaux du thalamus** (faisceaux spino-thalamiques et de GOLL et BURDACH)
- **Troisième neurone sensitif :** central, se projette du **thalamus** vers le **cortex cérébral.**

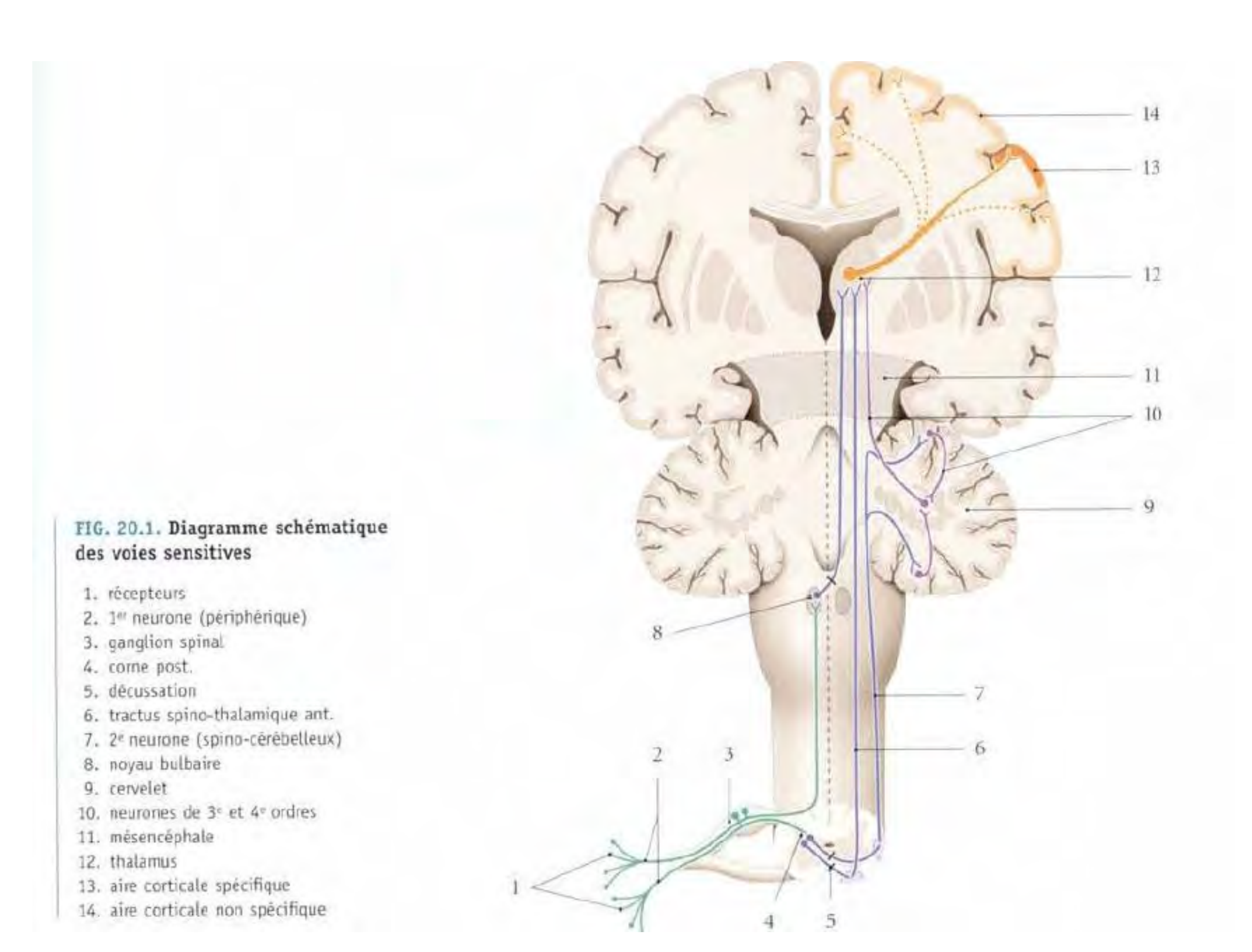


FIG. 20.1. Diagramme schématique des voies sensitives

Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 203

Voies extéroceptives :

Le point de départ de ces voies est **un récepteur *cutané* périphérique.**

Le protoneurone sensitif, dont le soma est situé dans le ganglion spinal, **envoie son dendrite vers les téguments où sont localisés ces récepteurs périphériques.** Son axone suit deux destinées :

- Soit il fait relais dans l'apex ou la tête de la corne dorsale de la moelle (qui prend en charge la sensibilité extéroceptive), avec un **deutoneurone sensitif** dont l'axone formera les faisceaux ascendants des cordons de la substance blanche :
  - *Faisceaux spino-thalamiques.*
- Soit il monte directement dans un cordon de substance blanche sans faire relais dans la moelle spinale :
  - *Faisceaux gracile (de GOLL) et cunéiforme (de BURDACH).*

Les récepteurs de la sensibilité extéroceptive sont sensibles aux excitations extérieures et sont situés dans **l'épaisseur de la peau.**

Ces excitations sont **: douloureuses, tactiles, thermiques et des pressions.**

Epiderme : *recèle des récepteurs de :*

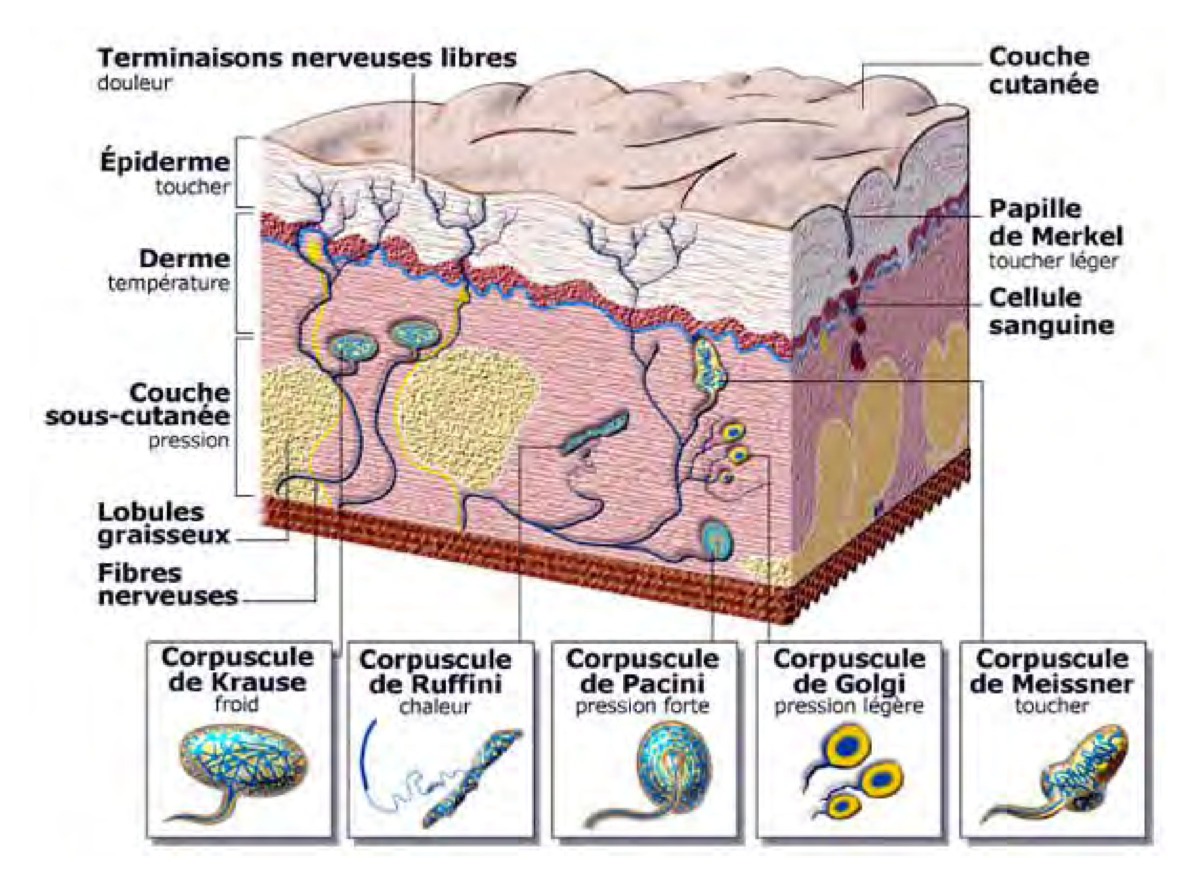
- Douleur :
  - Fibres arborisées libres (terminaisons nerveuses libres).
- Tact :
  - Léger : fibres arborisées avec disques (cellules ou disques de MERKEL) ;
  - Profond : corpuscules de MEISSNER.

Derme : *recèle des récepteurs thermiques :*

- Chaud :
  - Corpuscules de RUFFINI.
- Froid :
  - Corpuscules de KRAUSE.

Hypoderme : *recèle des récepteurs sensibles aux pressions :*

- Fortes pressions :
  - Grands corpuscules de PACINI.
- Faibles pressions :
  - Petits corpuscules de GOLGI.



www.sciencesetavenir.fr

Epiderme = Fibres arborisées libres + MEISSNER + MERKEL ; Derme = KRAUSE + RUFFINI ; Hypoderme = PACINI + GOLGI

Voies ascendantes extéroceptives :

Concernent la sensibilité extéroceptive superficielle :

Les récepteurs périphériques de cette sensibilité, formant les corpuscules sensoriels, sont situés dans le revêtement cutané.

Cette sensibilité est subdivisée en :

Sensibilité extéroceptive par la voie extra-lemniscale : *dans le cordon antéro-latéral :*

a- Sensibilité thermo-algésique (température et douleur lente) :

Prise en charge par **le faisceau spino-thalamique dorsal (néo-spino-thalamique).** Cette sensibilité est :

- Thermique, dont les récepteurs périphériques sont :
  - Corpuscules de RUFFINI pour le **chaud ;**
  - Corpuscules de KRAUSE pour le **froid.**
- Douloureuse lente, dont les récepteurs périphériques sont :
  - Fibres arborisées libres.

b- **Sensibilité tactile protopathique :**

Prise en charge par **le faisceau spino-thalamique ventral (paléo-spino-thalamique).** Cette sensibilité est protopathique (grossière approximative). Elle concerne aussi les sensations *prurigineuses (démangeaisons) et libidineuses (sexuelles).*

c- **Tractus spino-tectal :**

Ce faisceau spino-tectal chemine dans le cordon antéro-latéral **entre les faisceaux spino-thalamiques dorsal et ventral.** *Il véhiculerait des influx nociceptifs, et serait impliqué dans le réflexe des mouvements oculo-céphalogyres (mouvements des yeux et de la tête) en direction de la source de douleur.*

Il se termine dans les **centres tectaux du mésencéphale *représenté par les colliculi.***

Le tectum est constitué des tubercules quadrijumeaux (colliculi) *antérieurs (supérieurs) impliqués dans la vision,* et des colliculi *postérieurs (inférieurs) impliqués dans l'audition.*

Sensibilité extéroceptive assurée par la voie lemniscale médiane : *dans le cordon postérieur :*

- **Sensibilité tactile épicritique (fine d'analyse) et douloureuse rapide :**

Prise en charge par **les faisceaux graciles (de GOLL) et cunéiformes (de BURDACH).** Les récepteurs cutanés extéroceptifs périphériques codent pour :

- Tact léger et profond :
  - Disques de MERKEL et corpuscules de MEISSNER *respectivement.*
- Pression forte :
  - Corpuscules de PACINI.

Ces faisceaux se terminent dans **les noyaux cunéiforme et gracile homolatéraux du bulbe rachidien.**

Diagramme des neurones impliqués dans la voie spino-thalamique :

Cette voie est constituée de trois groupes de neurones :

- Le premier neurone a un dendrite au contact des récepteurs thermiques et nociceptifs périphériques, un soma localisé dans le ganglion rachidien (spinal), et un axone central qui :
  - Passe par le tractus dorso-latéral (marginal de LISSAUER) entre l'apex de la corne dorsale et le sillon postéro-latéral ;
  - Et se termine dans **l'apex et la tête de la corne postérieure homolatérale.**
- Le deuxième neurone a un soma localisé dans l'apex et la tête de la corne postérieure, et envoie un axone qui :
  - **Croise la ligne médiane** pour se rendre au **cordon antéro-latéral controlatéral** et constituer *les faisceaux spino-thalamiques de la voie extra-lemniscale* **;**
  - Le faisceau spino-thalamique dorsal concerne la sensibilité thermo-algésique, et le faisceau spino-thalamique ventral concerne le tact protopathique ; les deux suivent un trajet ascendant :
    - Dans la moelle spinale :

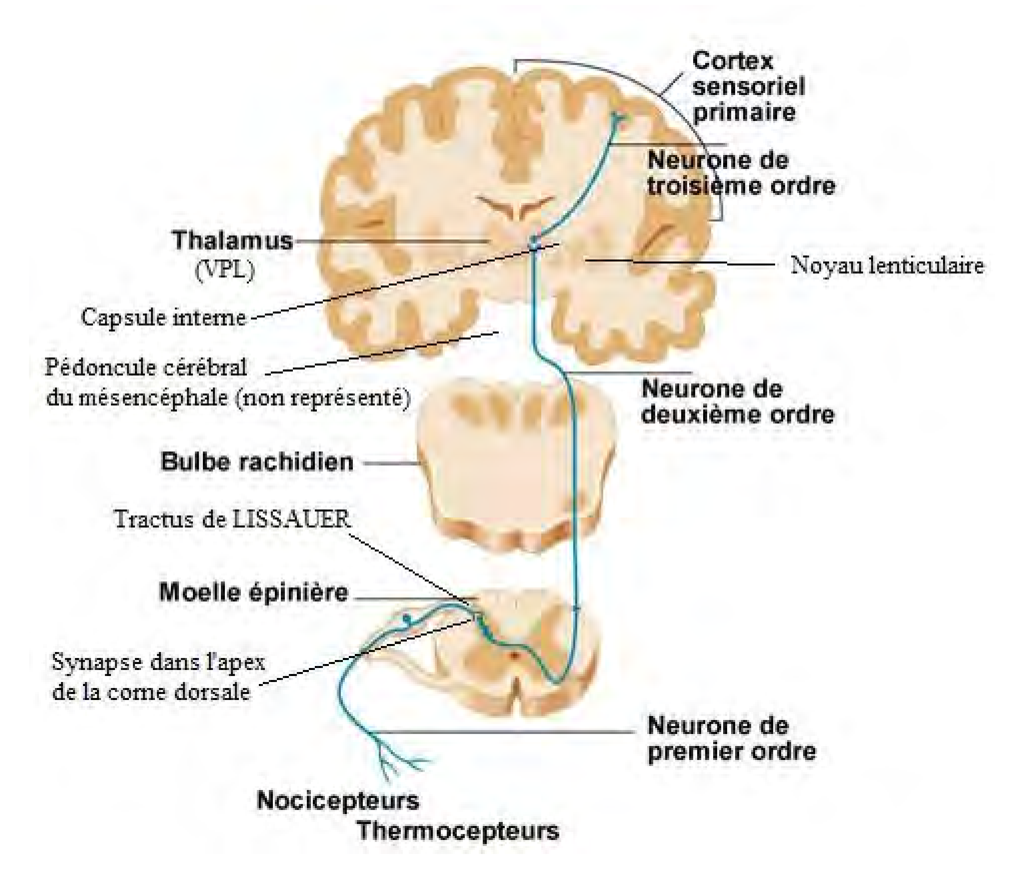
- **Cordon latéral** pour le faisceau spino-thalamique dorsal ;
- **Cordon antérieur** pour le faisceau spino-thalamique ventral.

▪ Montent dans le bulbe rachidien et le pont de VAROLE ;
▪ Ils passent ensuite par les **pédoncules cérébraux du mésencéphale.**

➢ **Ces faisceaux se terminent dans le noyau ventro-postéro-latéral (VPL) du thalamus.**

- Le troisième neurone projette du thalamus et :
  - Passe par **la capsule interne** ***(entre le noyau lenticulaire** constitué du putamen et du pallidum, **et le thalamus) ;***
  - Se termine dans le cortex sensitif.

*Il existe un quatrième neurone **intracortical** d'association.*



www.corpshumain.ca – Voie spino-thalamique – le noyau lenticulaire est divisé en trois parties : la plus interne est le Globus Pallidus interne, la médiane est le Globus Pallidus externe, la plus externe est le Putamen.

Voies proprioceptives :

Le protoneurone sensitif envoie un dendrite vers un récepteur proprioceptif périphérique. Son soma est localisé dans le ganglion spinal et son axone :

- Se termine dans **le col de la corne postérieure :**
  - Faisceaux spino-cérébelleux antérieur et postérieur.
- Ou continue son chemin ascendant dans le cordon postérieur de la substance blanche :
  - Faisceaux de GOLL et BURDACH.

Les récepteurs proprioceptifs (comme les petits corpuscules de GOLGI) constituent le point de départ de ces voies :

- Ils sont localisés au voisinage des :
    - Os et périoste ;
    - Articulations ;
    - Ligaments et capsules ;
    - Tendons :
    - Muscles.
- Ils sont **sensibles à :**
    - **La douleur ;**
    - **La pression ;**
    - **La tension.**
- Ils ont des **formes diverses** ***mais analogues à celles de certains extérocepteurs.***

➢ **Pour les muscles et tendons, les récepteurs proprioceptifs sont sensibles à l'allongement et à la contraction.**

Voies ascendantes proprioceptives :

Concernent la sensibilité proprioceptive, subdivisée en :

Sensibilité proprioceptive assurée par la voie lemniscale latérale : ***dans le cordon latéral :***

- **Sensibilité proprioceptive (profonde) inconsciente :**

Dont le centre est **le cervelet.** Elle concerne **les faisceaux spino-cérébelleux.** Elle **regroupe deux neurones seulement.**

Ces voies proviennent des muscles, tendons, os, articulations et capsules. Leur rôle étant de :

- Renseigner les centres nerveux **sur l'état de contraction musculaire et les attitudes posturaldes.**
    - Elles interviennent donc dans **la statique**, **la coordination du mouvement et la régulation du tonus musculaire.**

Les voies spino-cérébelleuses sont :

- **Le faisceau spino-cérébelleux dorsal (direct) de FLESCHIG ;**
- **Le faisceau spino-cérbélleux ventral (croisé) de GOWERS.**

Diagramme des neurones impliqués dans les voies spino-cérébelleuses :

Le point de départ de ces voies est représenté par les récepteurs proprioceptifs périphériques. Ils sont au contact de dendrites de neurones dont les somas sont situés dans le ganglion spinal : ils représentent le 1er neurone de cette voie.

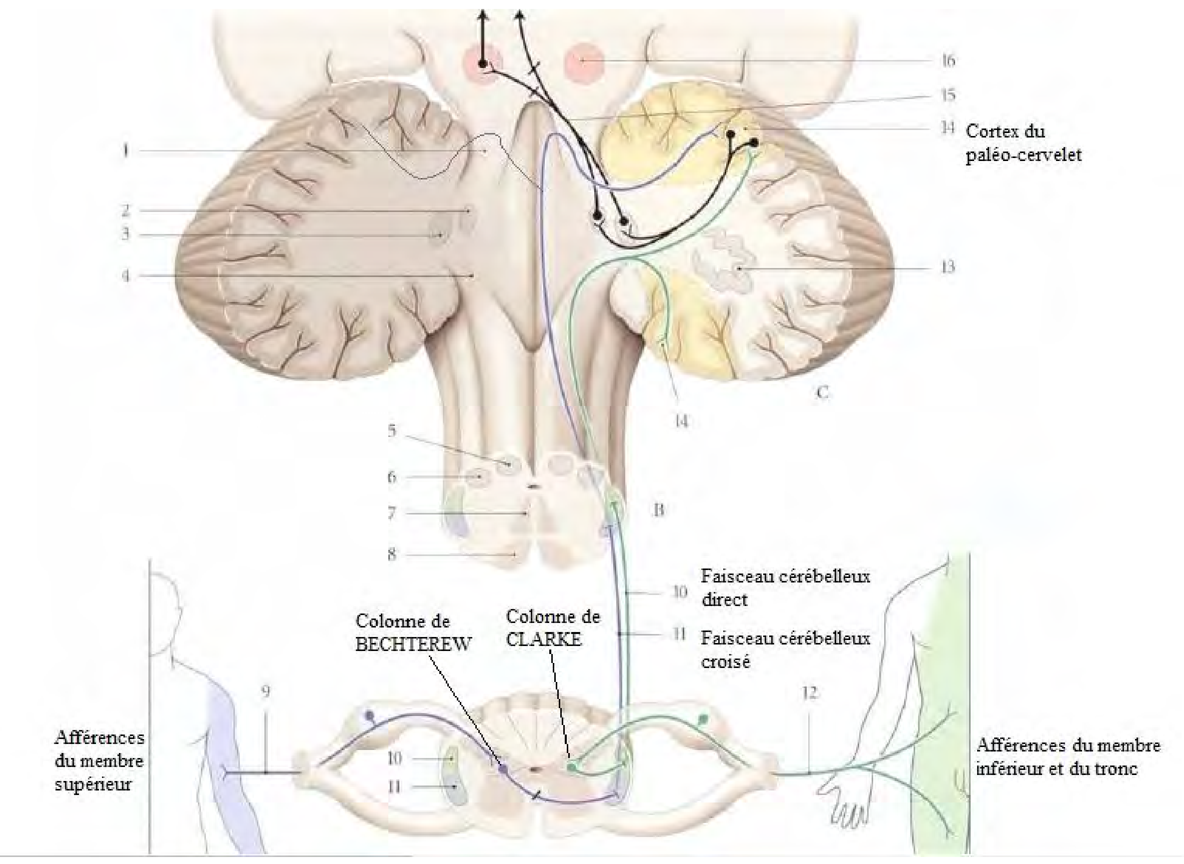
- Le premier neurone envoie un axone qui se termine dans **l'isthme (col) de la corne postérieure de la moelle spinale** ***où se trouve le centre proprioceptif de la corne dorsale.***
- Le deuxième neurone envoie un axone qui chemine **dans le cordon latéral de la moelle** et monte jusqu'au cervelet (cortex du paléocervelet).

Cas du faisceau spino-cérébelleux postérieur (direct de FLESCHIG) :

- Le premier neurone reçoit des afférences **du tronc et du membre inférieur (pelvien) ;** son axone se termine dans le col de la corne dorsale de la moelle épinière **(colonne ou noyau dorsal de CLARKE)** ;
- Le deuxième neurone envoie un axone qui monte dans **le cordon latéral homolatéral,** puis chemine dans **le pédoncule cérébelleux inférieur :**
    - Il se termine dans **le cortex paléo-cérebellum.**

Cas du faisceau spino-cérébelleux antérieur (croisé de GOWERS) :

- Le premier neurone reçoit des afférences **du membre supérieur (thoracique) ;** son axone se termine dans le col de la corne dorsale de la moelle épinière **(colonne de BECHTEREW)** ;
- Le deuxième neurone envoie un axone qui **croise la ligne médiane**, se dirige et monte dans **le cordon latéral controlatéral,** puis chemine dans **le pédoncule cérébelleux supérieur.**
    - Il se termine aussi dans **le cortex paléo-cérebellum.**
    - **Chaque faisceau se termine dans le cervelet homolatéralement par rapport *à l'origine de ses afférences périphériques :***
        - Le faisceau spino-cérébelleux de FLESCHIG ne croise pas la ligne médiane et est donc ipsilatéral (homolatéral) ;
        - Le faisceau spino-cérébelleux de GOWERS **recroise** au niveau du cervelet et devient **homolatéral** *par rapport à l'origine de ses afférences périphériques.*
    - Le paléo-cervelet (spino-cervelet) envoie des efférences vers **les noyaux interposés cérébelleux (emboliforme et globuleux).** Ces derniers répondent en envoyant des efférences vers :
        - **Le noyau rouge :** formant le tractus cérébello-rubrique ;
        - **Le thalamus :** formant le tractus cérébello-thalamique.



Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 208

Légendes du schéma :

1 : pédoncule cérébelleux supérieur 2 : noyau emboliforme 3 : noyau globuleux

4 : pédoncule cérébelleux inférieur 9 : dendrite du protoneurone sensitif sensitif de la voie spino-cérébelleuse ventrale croisée de GOWERS

12 : dendrite du protoneurone sensitif de la voie spino-cérébelleuse dorsale directe de FLESCHIG

15 : tractus cérébello-rubrique et cérébello-thalamique 16 : noyau rouge

Le faisceau bleu (spino-cérébelleux de GOWERS) recroise la ligne médiane donc au niveau du cervelet pour se terminer dans le cortex paléo-cérébelleux homolatéral par rapport au membre supérieur à partir duquel ont été émises les afférences.

Sensibilité proprioceptive assurée par la voie lemniscale médiane (médiale) : *dans le cordon postérieur :*

- **Sensibilité profonde consciente :**

Elle est prise en charge par **les faisceaux cunéiformes et graciles.** Ces faisceaux concernent donc la proprioception consciente **et *le tact épicritique (ainsi que la sensation douloureuse rapide).***

Diagramme des neurones impliqués dans la voie lemniscale médiane :

C'est la voie de la sensibilité tactile épicritique (ou discriminative), douloureuse rapide et proprioceptive consciente. Elle est organisée en trois groupes de neurones :

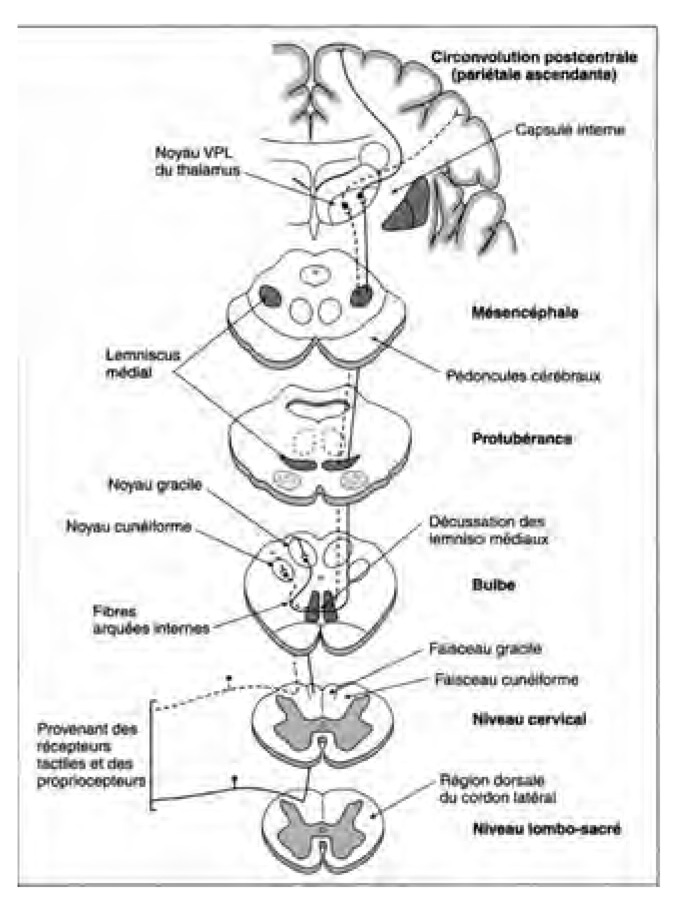
- Protoneurone sensitif : son soma est dans le ganglion spinal ;

- Son dendrite est dirigé vers la périphérique *(récepteurs cutanés et proprioceptifs) ;*
- Son axone, à destination médullaire (centrale), pénètre dans la moelle **sans y faire relais, monte** et forme :
  - **Le faisceau gracile (de GOLL) : médial,** véhicule les afférences **du membre inférieur ;**
  - **Le faisceau cunéiforme (de BURDACH) : latéral,** véhicule les afférences **du membre supérieur.**
    - Ces deux faisceaux sont ascendants **dans le cordon postérieur :** le faisceau de GOLL est juste plus *en dedans* que le faisceau de BURDACH.
  - Ces deux faisceaux se **terminent dans leurs noyaux gracile (de GOLL) et cunéiforme (de BURDACH)** ***respectifs,*** **situés dans la moelle allongée.** Le noyau gracile est aussi *plus interne* que le noyau cunéiforme.

- Deutoneurone sensitif : son soma dans les noyaux de GOLL et BURDACH :

  - Son axone **croise la ligne médiane,** suit un trajet ascendant et **forme le lemnisque médian** ***controlatéral*** ;
  - Puis **se termine dans le noyau ventro-postéro-latéral (VPL) du thalamus.**

- Troisième neurone : **thalamo-cortical,** traverse **la capsule interne** et se termine dans **le cortex somesthésique.** *Il peut exister un quatrième neurone intracortical.*



Neurosciences médicales : Les bases neuroanatomiques et neurophysiologiques – par T.C. PRITCHARD et K.D. ALLOWAY – p. 148

Voies intéroceptives (viscérales) :

Ces voies sont *mal connues.* Elles véhiculent des influx viscéraux en provenance de **nocicepteurs, barorécepteurs, mécanorécepteurs et chémorécepteurs.**

Ces récepteurs **intéroceptifs sont annexés aux vaisseaux et aux viscères :**

- Les récepteurs des vaisseaux sont sensibles à **la dilatation et à la douleur ;**
- Les récepteurs des viscères sont situés au niveau des plexus, et sont sensibles à **la distension ou à l'irritation.**

Les voies ascendantes intéroceptives empruntent *à la fois* :

- Les voies végétatives ;
- Les voies spino-corticales.
  - ➢ Elles aboutissent **au ganglion spinal, puis à la moelle spinale (1er neurone – au niveau de *la base de la corne dorsale*) où elles rejoignent le tractus spino-thalamique (2e neurone).**
  - ➢ Ces voies afférentes qui aboutissent au centre intéroceptif de la moelle spinale naissent **des viscères**, puis traversent successivement *sans relais :*
    - o Les ganglions pré-viscéraux ;
    - o La chaîne latéro-vertébrale ;
    - o Le rameau communiquant blanc ;
    - o Le nerf spinal ;

- Le ganglion spinal et la racine dorsale de la moelle spinale jusqu'à la base de sa corne dorsale (centre intéroceptif médullaire).

➢ Les voies afférentes se terminent précisément dans :
- **La colonne intermédio-médiale et ;**
- **La substance viscérale secondaire.**

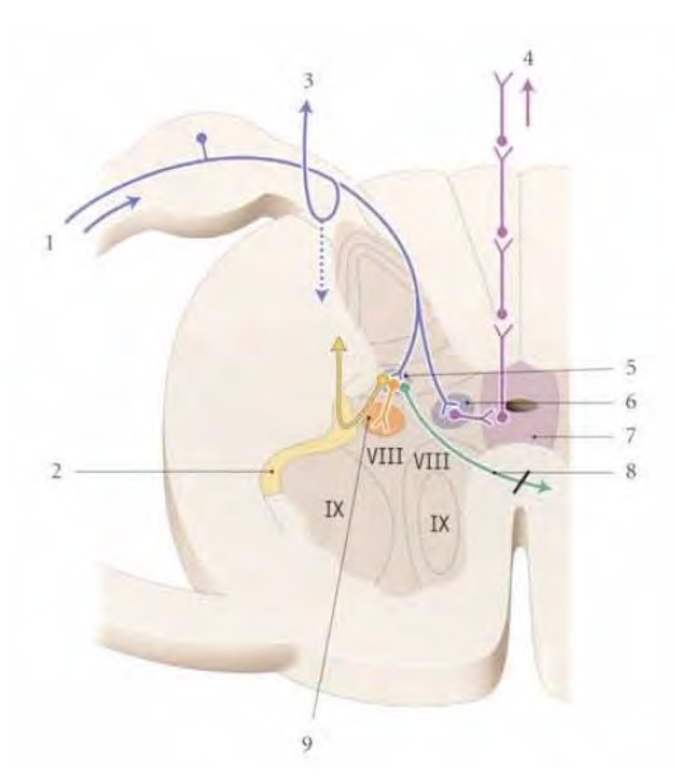
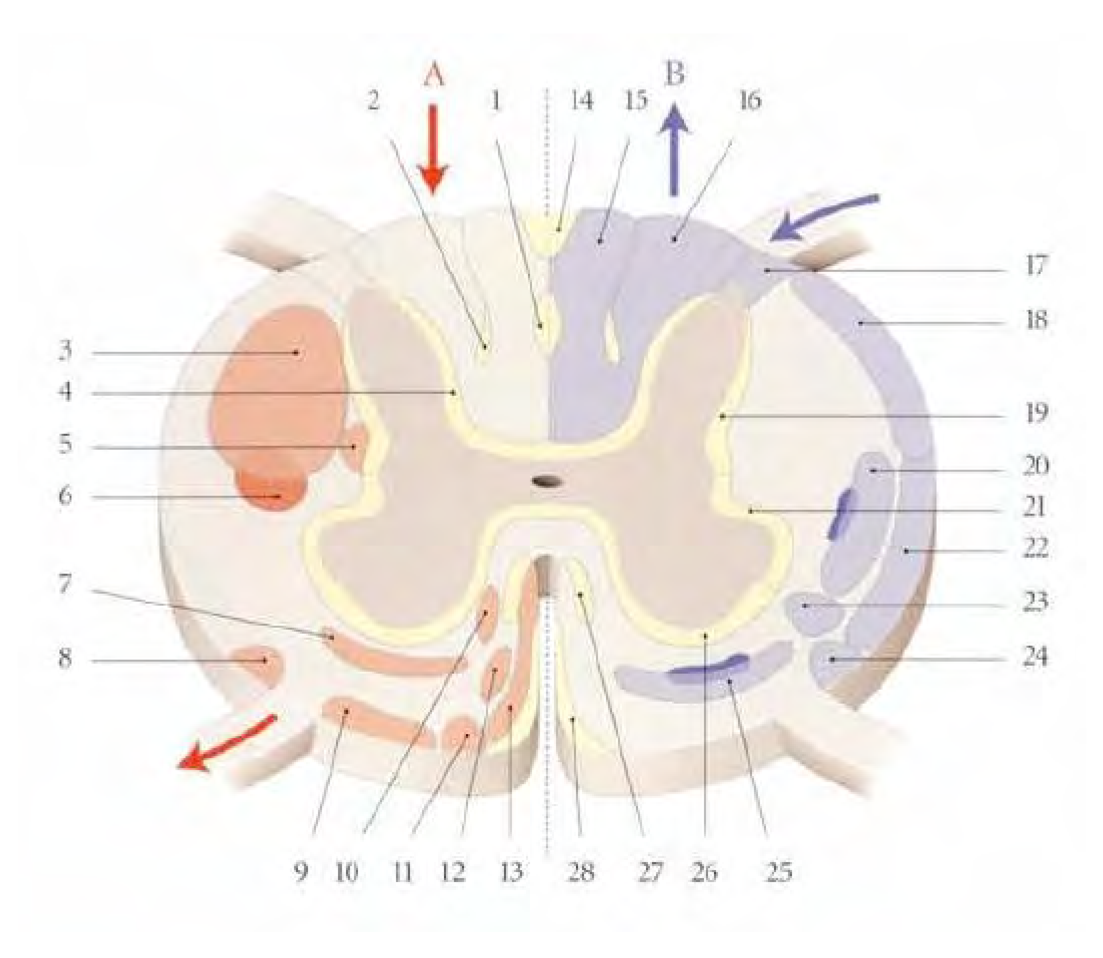


FIG. 20.6. Voies de la sensibilité viscérale

1. neurone spinal viscéral
2. tractus viscéral secondaire ascendant
3. tractus postéro-latéral
4. fibres spino-péri-aquaductales
5. substance viscérale secondaire
6. colonne intermédio-médiale
7. substance intermédiaire centrale
8. tractus spino-thalamique
9. colonne intermédio-latérale

Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 210

Récapitulatif des voies ascendantes de la substance blanche médullaire :



Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 196

Cordon postérieur :

- Le faisceau gracile (15)
- Le faisceau cunéiforme (16)

Cordon antérieur :

- Le faisceau spino-thalamique ventral (25)

Cordon latéral :

- Le faisceau spino-thalamique dorsal (ou latéral ou néo-spino-thalamique) (20)
- Le faisceau spino-tectal (23) **entre les faisceaux spino-thalamiques (20, 25)**
- Le faisceau spino-cérébelleux postérieur direct (18)
- Le faisceau spino-cérébelleux antérieur croisé (22)

Voies descendantes de la moelle spinale :

Ce sont toutes les voies motrices descendantes, paires et symétriques, qui vont s'articuler avec les motoneurones des cornes antérieures de la moelle d'où partent les axones moteurs périphériques. Ils sont impliqués dans **la motricité *volontaire et involontaire (automatique).***

Organisation générale des voies motrices descendantes :

On distingue une voie motrice **directe**, et une voie motrice **indirecte.**

A- Voie motrice directe idiocinétique :

Elle transmet l'influx moteur **volontaire**, et elle est formée de **deux neurones :**

1- **Premier neurone moteur (protoneurone moteur) :** central, traverse **la capsule interne,** suit un trajet descendant, puis *fait synapse :*
   a. Soit dans **la corne antérieure de la moelle spinale (l'apex) :**
      - **Fibre cortico-spinale (cortico-médullaire).**
   b. Soit dans **certains noyaux des nerfs crâniens dans le tronc cérébral :**
      - **Fibre cortico-nucléaire (géniculée).**
   - Ces deux types de neurofibres constituent **le tractus pyramidal :** *ils naissent d'une large surface du cortex cérébral, puis traversent le cerveau en se concentrant telle une pyramide inversée.*
   - Ils trouvent leur origine ***essentiellement* :**
      - **Des grandes cellules pyramidales (cellules de BETZ)** de la couche V du Cortex Moteur Principal situé dans **le gyrus (circonvolution) précentral (frontal ascendant – FA) (aire 4 de BRODMANN),** *en avant du sillon central (scissure de ROLANDO)* **;**
      - De l'aire motrice secondaire située en avant du gyrus précentral, correspondant à **l'aire 6 de BRODMANN.**
      - Le faisceau pyramidal peut *aussi* ***naître du cortex sensitif (somesthésique).***

2- **Deuxième neurone moteur (deutoneurone moteur) :** périphérique, il est :
   a. **Spino-musculaire** pour les nerfs spinaux ;
   b. **Nucléo-musculaire** pour les nerfs crâniens.

B- Voie motrice indirecte (secondaire) :

Elle transmet l'influx moteur **automatique ou semi-volontaire,** et participe à ***la régulation du tonus musculaire.***

Elle est dite indirecte car elle fait **relais** dans l'encéphale avant d'atteindre la moelle spinale. Elle est donc formée **de plusieurs types** de neurones centraux et d'un neurone périphérique :

1- **Premier neurone central :** fait synapse :
   a. Soit dans un noyau basal du cerveau ;
   b. Soit dans un noyau du tronc cérébral ***autre*** qu'un noyau de nerf crânien moteur.
      - Fibre cortico-striée, fibre cortico-nigrale, fibre cortico-réticulaire etc.

2- **Deuxième neurone central :** part d'un noyau basal du cerveau, et fait relais :
   a. Soit dans un noyau du tronc cérébral ;
   b. Soit dans le cervelet.

3- **Troisième neurone central :** unit un noyau du tronc cérébral ou du cervelet à **la moelle spinale :**

  - Neurone rubro-spinal, réticulo-spinal, tecto-spinal, vestibulo-spinal, olivo-spinal.

4- **Quatrième neurone :** il est périphérique : c'est un neurone **spino-musculaire.**

➢ La chaîne des 2e et 3e neurones est parfois appelée **voie extrapyramidale.**

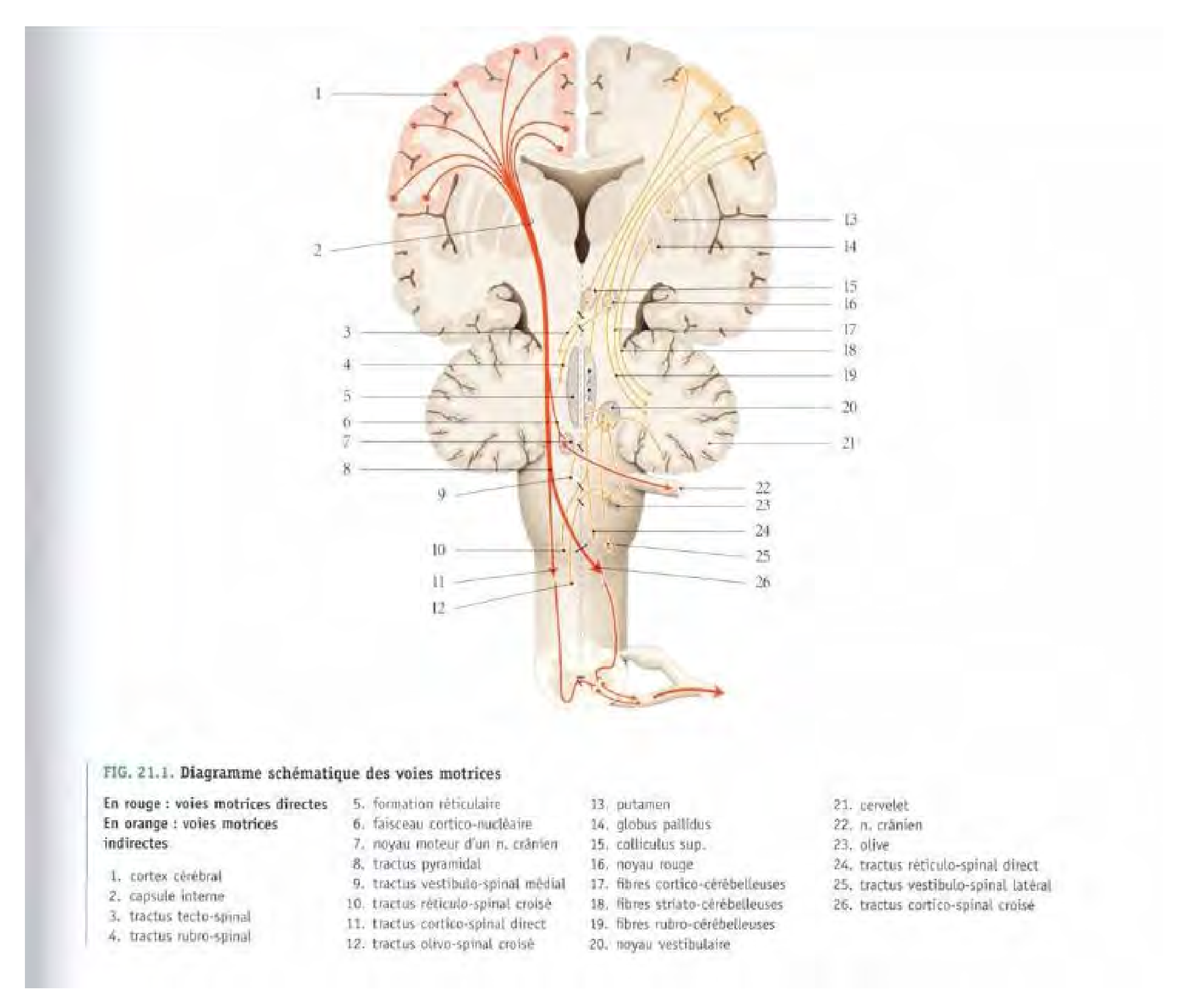
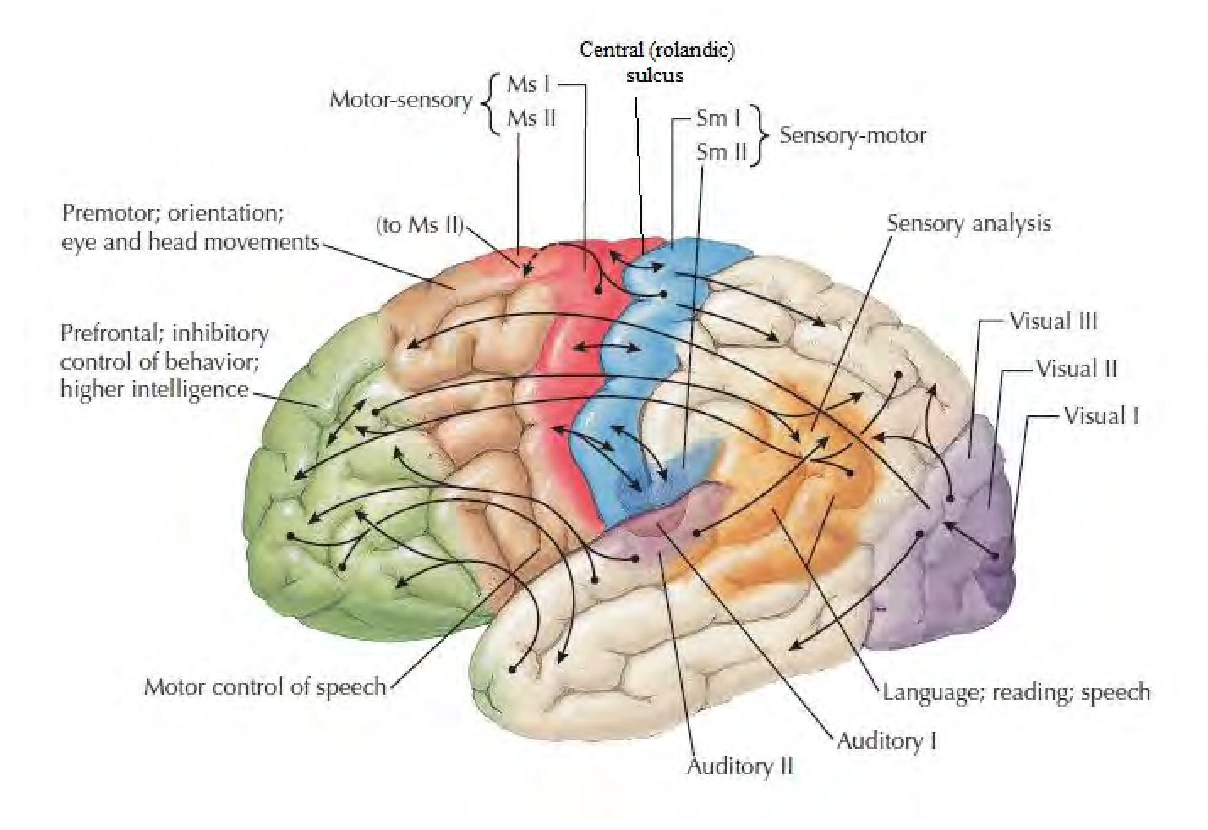


FIG. 21.1. Diagramme schématique des voies motrices

En rouge : voies motrices directes
En orange : voies motrices indirectes

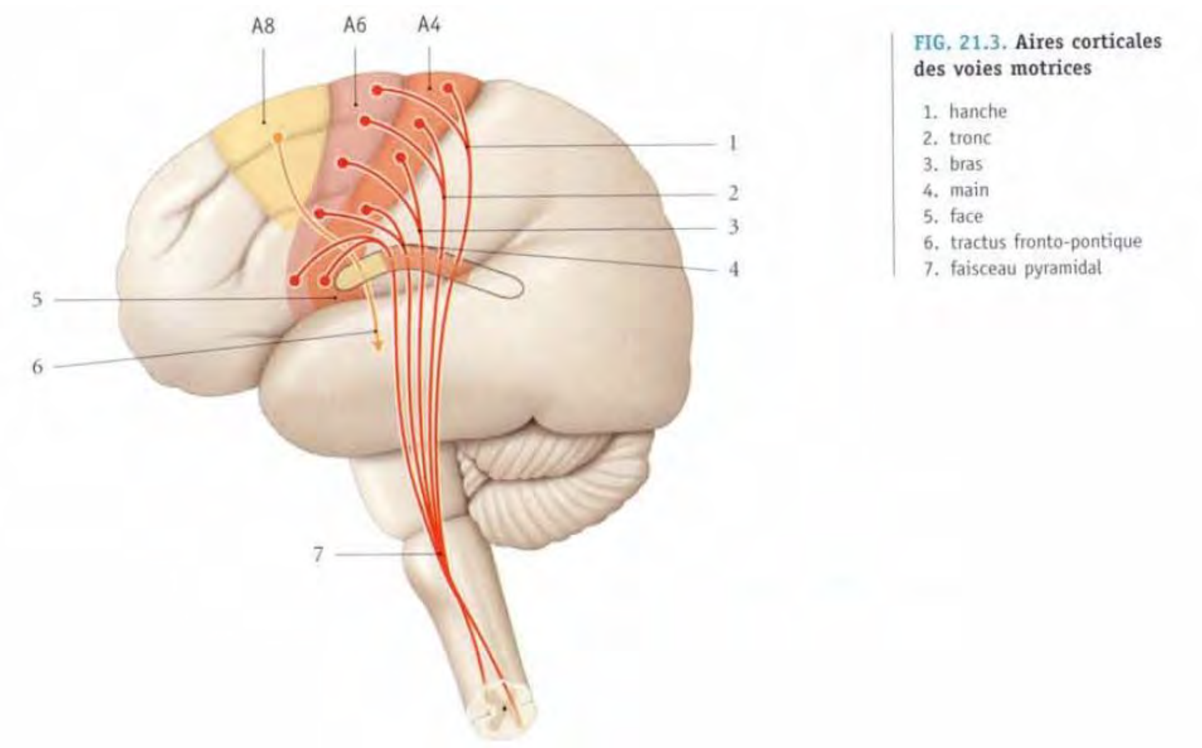
1. cortex cérébral
2. capsule interne
3. tractus tecto-spinal
4. tractus rubro-spinal
5. formation réticulaire
6. faisceau cortico-nucléaire
7. noyau moteur d'un n. crânien
8. tractus pyramidal
9. tractus vestibulo-spinal médial
10. tractus réticulo-spinal croisé
11. tractus cortico-spinal direct
12. tractus olivo-spinal croisé
13. putamen
14. globus pallidus
15. colliculus sup.
16. noyau rouge
17. fibres cortico-cérébelleuses
18. fibres striato-cérébelleuses
19. fibres rubro-cérébelleuses
20. noyau vestibulaire
21. cervelet
22. n. crânien
23. olive
24. tractus réticulo-spinal direct
25. tractus vestibulo-spinal latéral
26. tractus cortico-spinal croisé

Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 211



The Netter Collection of Medical Illustrations, 2nd Edition Vol. 7 Nervous System Part I by F.H. NETTER et al. – p. 37

Vue latérale gauche d'un cerveau humain - La scissure de ROLANDO sépare le cortex somesthésique (Sm) (en bleu) du cortex moteur primaire (Ms I) (en rouge). Ce dernier est situé dans le gyrus précentral (en rouge également). L'aire motrice secondaire (Ms II) est située en avant du gyrus précentral (Ms I).



Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 214

Diagramme de neurones impliqués dans la motricité volontaire pyramidale directe idiocinétique :

Cette motricité est **dite idiocinétique :** volontaire, consciente et précise.

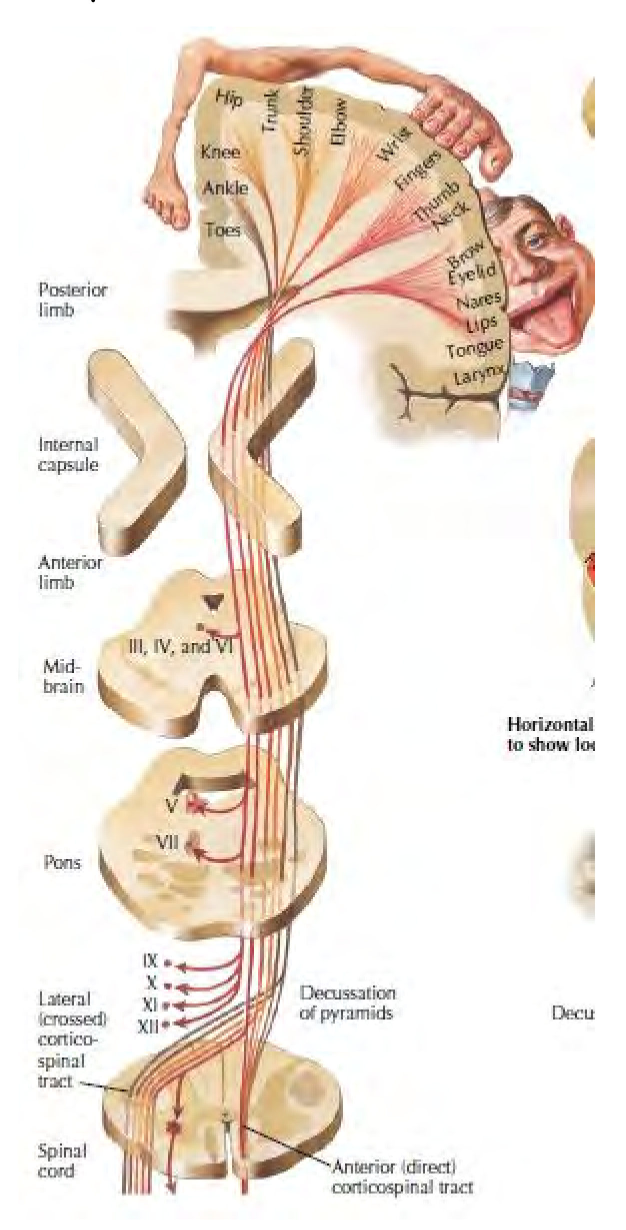
Elle concerne **le tractus pyramidal qui regroupe :**

- **Le faisceau cortico-spinal :** surtout responsable **de la motricité des gestes délicats et précis des petites masses musculaires des extrémités distales des membres (pieds et mains) ;**
- **Le faisceau cortico-nucléaire :** contrôle **les muscles de la mimique, des yeux et du cou, du larynx et de la langue,** *par l'intermédiaire des nerfs crâniens moteurs.*

Faisceau cortico-spinal (*ou plus communément appelé* pyramidal) : ***dans le cordon antéro-latéral :***

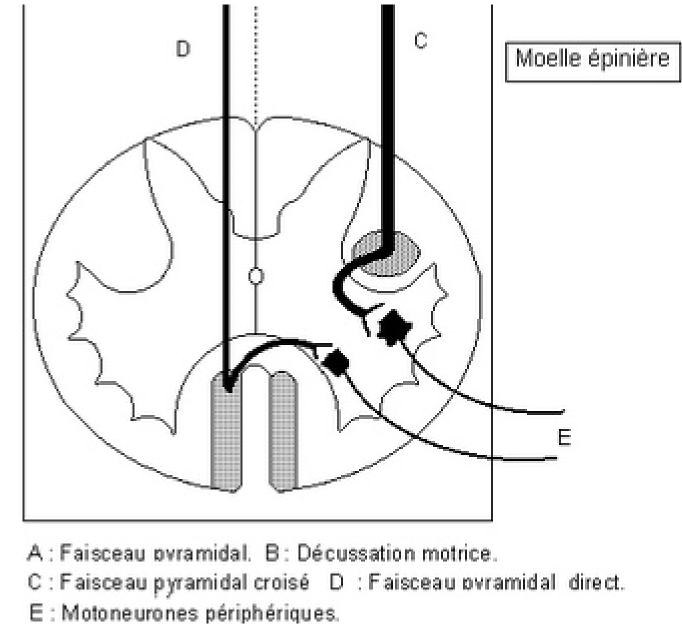
- **Le 1er neurone :** central, naît des aires 4 et 6 de BRODMANN, et suit un trajet descendant dans :
    - **La capsule interne ;**
    - **Le pédoncule cérébral du mésencéphale et le pont ;**
    - **Le bulbe rachidien, puis à la partie inférieure de ce dernier (bulbe bas) :**
        - Les fibres se divisent en deux tractus :
            - **La majorité des fibres croisent la ligne médiane et forment le tractus cortico-spinal latéral (croisé)** et chemine *dans le cordon latéral ;*
            - **Le reste des fibres ne décussent pas, forment le tractus cortico-spinal antérieur** et chemine *dans le cordon antérieur.*
    - Tractus cortico-spinal latéral : dans la moelle allongée, il s'éloigne du tractus pyramidal antérieur en se dirigeant latéralement ; **il croise donc la ligne médiane** ***en formant la décussation des pyramides.*** Il chemine dans **le cordon latéral de la substance blanche médullaire :**
        - A chaque segment médullaire, ces faisceaux s'articulent avec le 2e neurone situé dans la moelle spinale au niveau de la corne antérieure **controlatérale.** Ces neurones spino-musculaires contrôlent **les muscles distaux (des mains et des pieds),** *qui donnent des mouvements fins et précis*.
        - Ces faisceaux se terminent aussi au niveau d'interneurones.
    - Tractus cortico-spinal ventral : il **ne croise pas la ligne médiane,** et chemine dans **le cordon antérieur de la substance blanche médullaire :**
        - A chaque segment médullaire, ces faisceaux s'articulent avec le 2e neurone situé dans la moelle spinale *plutôt* ***bilatéralement :***
            - Au niveau de la corne antérieure **controlatérale également : ils décussent au niveau de la moelle spinale de chaque segment ;**
            - Au niveau de la corne antérieure **homolatérale.**
        - Ce 2e neurone (spino-musculaire) contrôle **les muscles proximaux (de la cuisse) et axiaux (du tronc)** *(responsables de la posture)*.
        - Ces faisceaux se terminent aussi au niveau d'interneurones.

- **Le 2e neurone :** périphérique, **spino-musculaire, il chemine dans la racine ventrale spinale puis le nerf spinal.** Il peut être un **:**
  - **Motoneurone α**
  - **Motoneurone γ**



The Netter Collection of Medical Illustrations, 2nd Edition Vol. 7 Nervous System Part II by F.H. NETTER et al. – p. 57

Le faisceau cortico-nucléaire est aussi représenté – Mid-brain = mésencéphale



www.anatomie-humaine.com – La Moelle Epinière par B. BOUTILLIER et G. OUTREQUIN

Faisceau cortico-nucléaire :

Il est destiné à la **motricité volontaire des nerfs crâniens (tous les nerfs crâniens sauf les sensoriels purs I, II et VIII)** *(donc tous les nerfs crâniens moteurs purs et sensitivo-moteurs)* **:**

- **Motricité oculo-céphalogyre :** III, IV, VI et XIm (branche médullaire ou spinale du nerf accessoire) ;
- **Motricité autre qu'oculo-céphalogyre (langue, mastication, mimique etc.) :** V, VII, IX, X, XIb (branche bulbaire du XI), XII.

Cette voie motrice regroupe deux neurones :

- Le 1er neurone : central, s'étend du **gyrus précentral (aire 4 de BRODMANN)** jusqu'aux noyaux moteurs du tronc cérébral en passant par **la capsule interne et le pédoncule cérébral du mésencéphale :**
  - Il se termine **surtout dans un noyau crânien moteur controlatéral.**
- Le 2e neurone : périphérique, représenté par les neurones moteurs du nerf crânien moteur.

Faisceaux impliqués dans la voie motrice automatique extrapyramidale indirecte secondaire : ***dans le cordon antéro-latéral :***

Ces faisceaux naissent de différents centres du cerveau et du tronc cérébral.

C'est une motricité dite **holocinétique : globale, elle met en jeu plusieurs groupes musculaires.**

- Tractus vestibulo-spinal (de DEITERS) :
  - Faisceau vestibulo-spinal **latéral (dorsal) :** naît du noyau vestibulaire **latéral** (de DEITERS) ;

    - Faisceau vestibulo-spinal **médial (ventral) :** naît du noyau vestibulaire **médial.**
- Tractus réticulo-spinal :
    - Faisceau réticulo-spinal **latéral (dorsal) (bulboréticulo-spinal) :** naît de la formation réticulée **bulbaire ;**
    - Faisceau réticulo-spinal **médial (ventral) (pontoréticulo-spinal) :** naît de la formation réticulée **pontique.**
- Tractus olivo-spinal : naît des noyaux olivaires inférieurs.
- Tractus tecto-spinal : **dorsal et ventral,** naissent des colliculi supérieurs.
- Tractus rubro-spinal : naît **du noyau rouge** ***et décusse juste après son origine*****.**

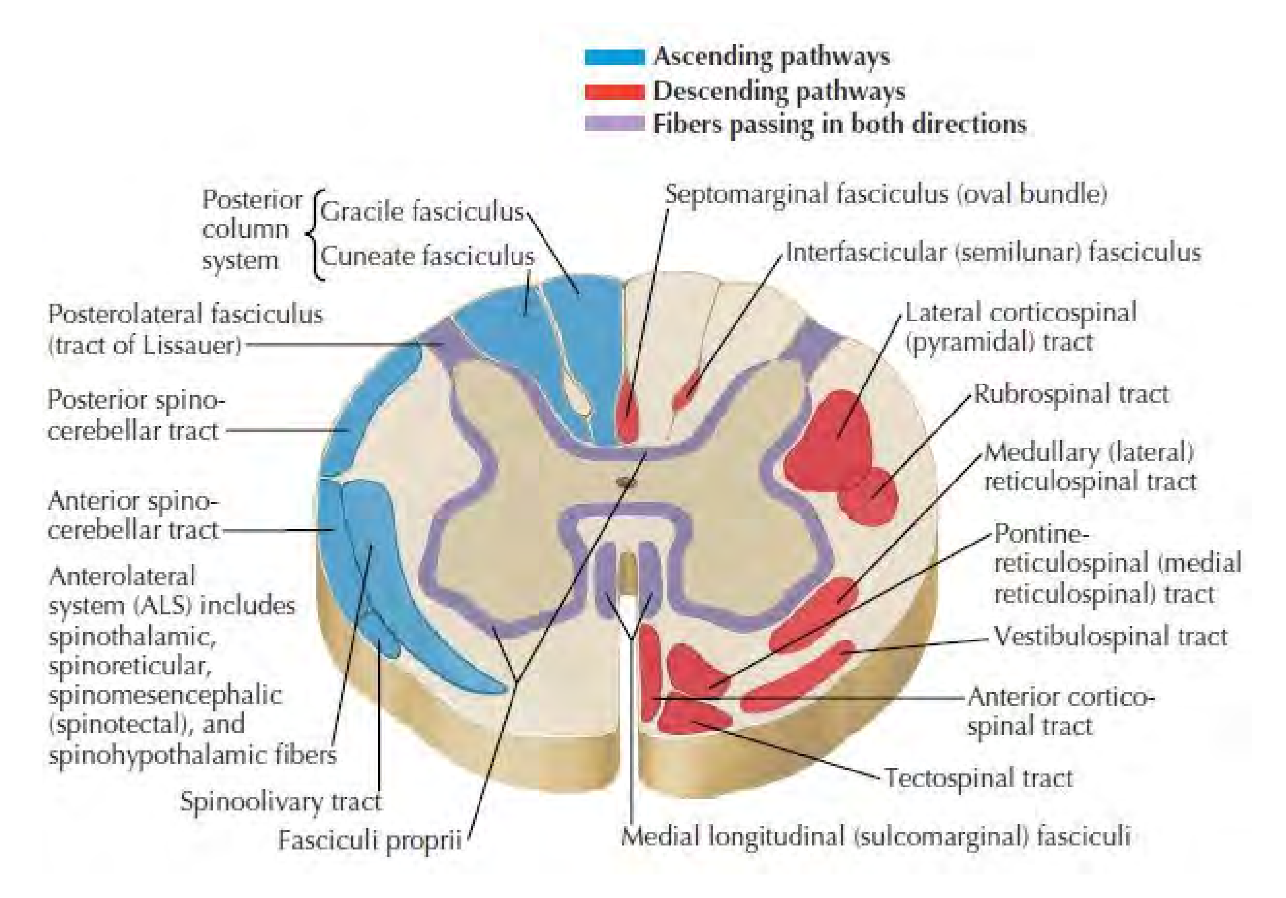
➢ Le faisceau réticulo-spinal dorsal (latéral), le faisceau tecto-spinal dorsal et le tractus rubro-spinal **cheminent dans le cordon latéral de la moelle spinale ;**

➢ Le reste des voies extrapyramidales : le tractus vestibulo-spinal (dorsal et ventral), le tractus olivo-spinal, le faisceau réticulo-spinal ventral et le faisceau tecto-spinal ventral **cheminent dans le cordon ventral de la moelle spinale.**

Voies descendantes végétatives :

Essentiellement représentées par le tractus hypothalamo-spinal.

Récapitulatif des voies descendantes :



The Netter Collection of Medical Illustrations, 2nd Edition Vol. 7 Nervous System Part II by F.H. NETTER et al. – p. 55

Cordon antérieur :

- Faisceau cortico-spinal antérieur ;
- Faisceaux vestibulo-spinaux médial (ventral) et latéral (dorsal) ;
- Faisceau olivo-spinal ;
- Faisceau ponto-réticulo-spinal (réticulo-spinal ventral ou médial) ;
- Faisceau tecto-spinal ventral.

Cordon latéral :

- Faisceau cortico-spinal latéral ;
- Faisceau rubro-spinal ;
- Faisceau réticulo-spinal latéral
- Faisceau hypothalamo-spinal ;
- Faisceau tecto-spinal dorsal.

Les faisceaux olivo-spinal, hypothalamo-spinal et tecto-spinal dorsal ne sont pas représentés.

Voies associatives de la moelle spinale :

Ce sont des connexions synaptiques limitées à la moelle spinale sous forme d'interneurones *intra- ou inter-segmentaires.* Ces voies peuvent être **descendantes ou ascendantes.**

Il y a des voies associatives de la substance grise (interneurones – cellules de RENSHAW par exemple), et des voies associatives de la substance blanche.

Les voies associatives de la substance blanche :

Le soma des interneurones se situe **dans la substance grise,** et les axones se regroupent en faisceaux.

- Tractus postéro-latéral de LISSAUER : constitué de branches collatérales de neurofibres sensitives. Ascendantes ou descendantes, ces fibres s'articulent **dans la corne postérieure de la moelle spinale.**

- Tractus propriospinaux (propres ou fondamentaux) : groupés essentiellement dans la **substance blanche *périphérique* à la substance grise.** Ils sont ascendants ou descendants ;
- Le faisceau septo-marginal :
    - **Dans les segments spinaux thoraciques supérieurs :** faisceau ovale de FLESCHIG ;
    - **Dans les segments spinaux lombaires et sacrés :** faisceau de GOMBAULT et PHILIPPE.
- Le faisceau inter-fasciculaire (faisceau en virgule de SCHULTZ) ;
- Bandelette périphérique de HOCHE **(segments thoraciques inférieurs)**.

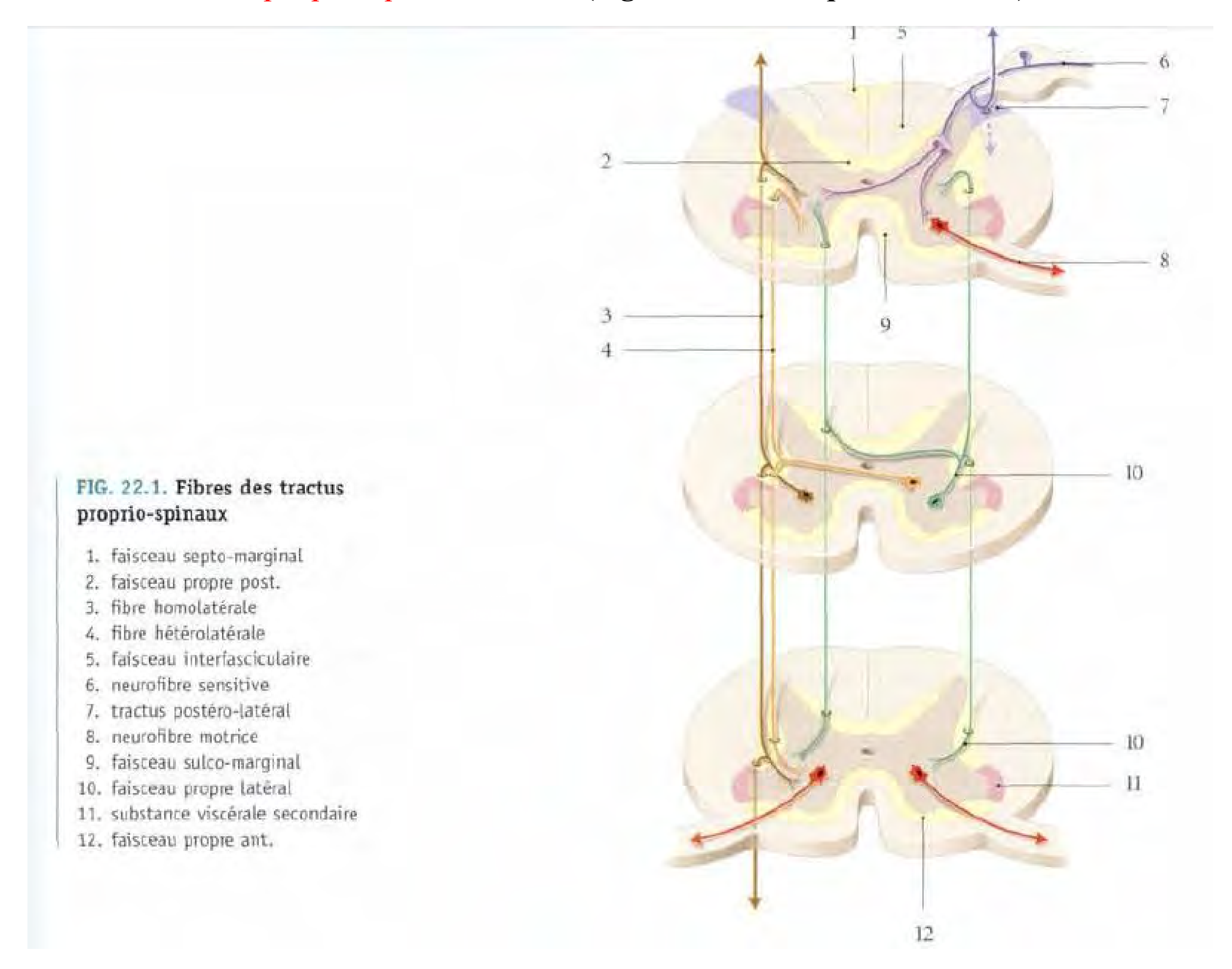


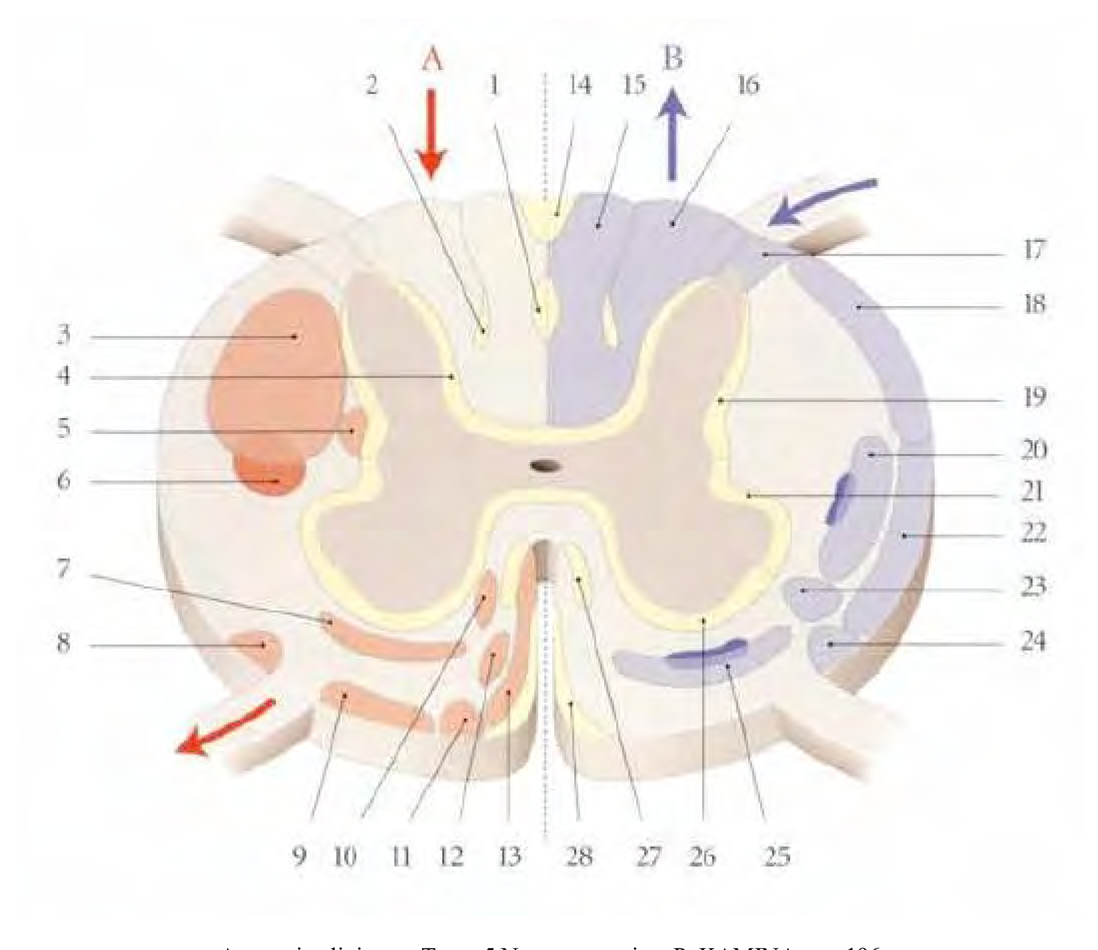
FIG. 22.1. **Fibres des tractus proprio-spinaux**

1. faisceau septo-marginal
2. faisceau propre post.
3. fibre homolatérale
4. fibre hétérolatérale
5. faisceau interfasciculaire
6. neurofibre sensitive
7. tractus postéro-latéral
8. neurofibre motrice
9. faisceau sulco-marginal
10. faisceau propre latéral
11. substance viscérale secondaire
12. faisceau propre ant.

Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 219

N'ont été traités que faisceaux légendés : 7, 1, 5. La bandelette périphérique de HOCHE n'est pas représentée.

Systématisation générale de la substance blanche : voies ascendantes et descendantes



Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 196

Les voies ascendantes sont en bleu ; les voies descendantes en rouge ; les voies d'association en jaune

Cordon postérieur :

Voies ascendantes sensitives :

- Faisceau gracile (de GOLL) (15) ;
- Faisceau cunéiforme (de BURDACH) (16).

Voies d'association *ascendantes ou descendantes :*

- Tractus postéro-latéral de LISSAUER (17) ;
- Faisceau septo-marginal (segments lombaires et sacrés) de GOMBAULT et PHILIPPE (1) ;
- Faisceau septo-marginal (segments thoraciques supérieurs) de FLESCHIG (14)
- Faisceau inter-fasciculaire de SCHULTZ (2).

La bandelette périphérique de HOCHE n'est pas représentée.

Cordon latéral :

Voies ascendantes sensitives :

- Faisceau spino-cérébelleux direct dorsal de FLESCHIG (18) ;

- Faisceau spino-cérébelleux croisé

antérieur de GOWERS (22) ;
- Faisceau spino-thalamique latéral (20) ;
- Faisceau spino-tectal (23).

Voies descendantes motrices :

- Faisceau cortico-spinal latéral (3) ;
- Faisceau rubro-spinal (6) ;
- Faisceau réticulo-spinal latéral (5) ;
- Faisceau tecto-spinal dorsal *non représenté* ;
- Faisceau hypothalamo-spinal *non représenté* (voie motrice végétative).

Cordon antérieur :

Voies ascendantes sensitives :

-Faisceau spino-thalamique antérieur (25) ;

Voies descendantes motrices :

- Faisceau cortico-spinal antérieur (13) ;
- Faisceaux vestibulo-spinaux latéral et médial (9, 12) ;
- Faisceau réticulo-spinal ventral (médial) (10) ;
- Faisceau tecto-spinal ventral (11) ;
- Faisceau olivo-spinal (7).

Ponction lombaire spinale :

Elle consiste en une extraction de **liquide céphalo-rachidien**, en plantant une aiguille dans la citerne lombaire de **l'espace sous-arachnoïdien**. Elle est utile pour le diagnostic de plusieurs atteintes du SNC : méningites ou hydrocéphalies.

La ponction lombaire se fait sur un sujet **penché en avant, le dos fléchi.**

L'aiguille est plantée sur la ligne médiane entre les processus épineux de L3 et L4 *(ou L4 et L5).*

Malformations de la moelle spinale : spina bifida

C'est une affection qui consiste en la fusion des arcs vertébraux (déficit en vertèbre) avec possible atteinte des tissus nerveux :

- **Spina bifida occulta :** les téguments et la moelle spinale sont indemnes ; elle est même *parfois asymptomatique.*
- **Spina bifida avec tumeur :** cette tumeur peut être :
  - Soit une poche arachnoïdienne contenant du liquide cérébro-spinal (méningocèle) ;
  - Soit du tissu nerveux (myéloméningocèle), **très souvent accompagnée de paralysie des membres inférieurs et de retard mental.**

Interruptions des voies ascendantes et descendantes :

Fréquentes, elles relèvent souvent de traumatismes de la colonne vertébrale engendrés par les accidents de la route.

- **Hémisection de la moelle spinale (syndrome de BROWN-SEQUARD) :** les faisceaux ascendants sensitifs et descendants moteurs du côté lésé ne sont plus fonctionnels :
  - Parésie spastique **du côté lésé** par atteinte du faisceau pyramidal, puisque ces faisceaux moteurs ont *déjà* décussé et sont déjà destinés à un côté au niveau de la moelle spinale ;

  - Anesthésie thermique et douloureuse **du côté controlatéral** par atteinte du faisceau spino-thalamique, car les faisceaux ascendants du côté lésé ont **décussé dans la moelle spinale** et proviennent du côté controlatéral.

- **Section complète de la moelle spinale :** à différents niveaux :

  - Au-dessus de la vertèbre C3 : mortelle : arrêt respiratoire par atteintes des nerfs phréniques et intercostaux ;
  - Au niveau de la vertèbre C8 : tétraplégie (paralysie des membres supérieurs et inférieurs) ;
  - Au niveau de la vertèbre L1 : paraplégie (paralysie des membres inférieurs).

Espace subarachnoïdien
Peau
Ligament supra-épineux
Cône médullaire
Ligament interépineux
Espace extradural (épidural)
L2
LCS dans la citerne lombaire
Ponction lombaire spinale pour l'anesthésie épidurale
Processus épineux de L4
Sac dural
Injection lombaire pour l'anesthésie épidurale
Espace extradural dans le canal sacral
S2
Sacrum
Filum terminal
Hiatus sacral

Anatomie médicale – Aspects fondamentaux et applications cliniques par K.L. MOORE et A. DALLEY – 2e Edition traduite – p. 527

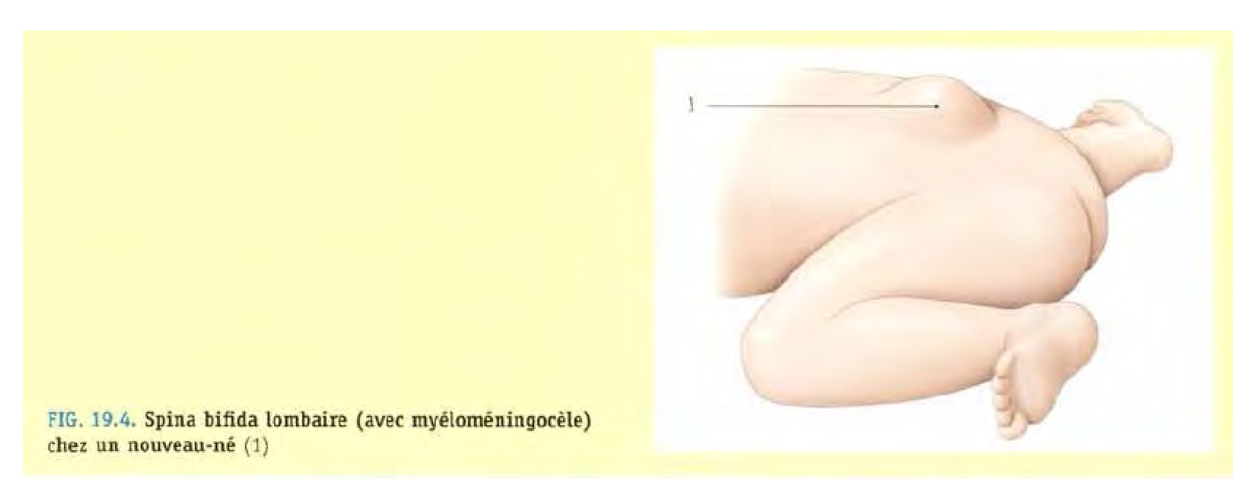
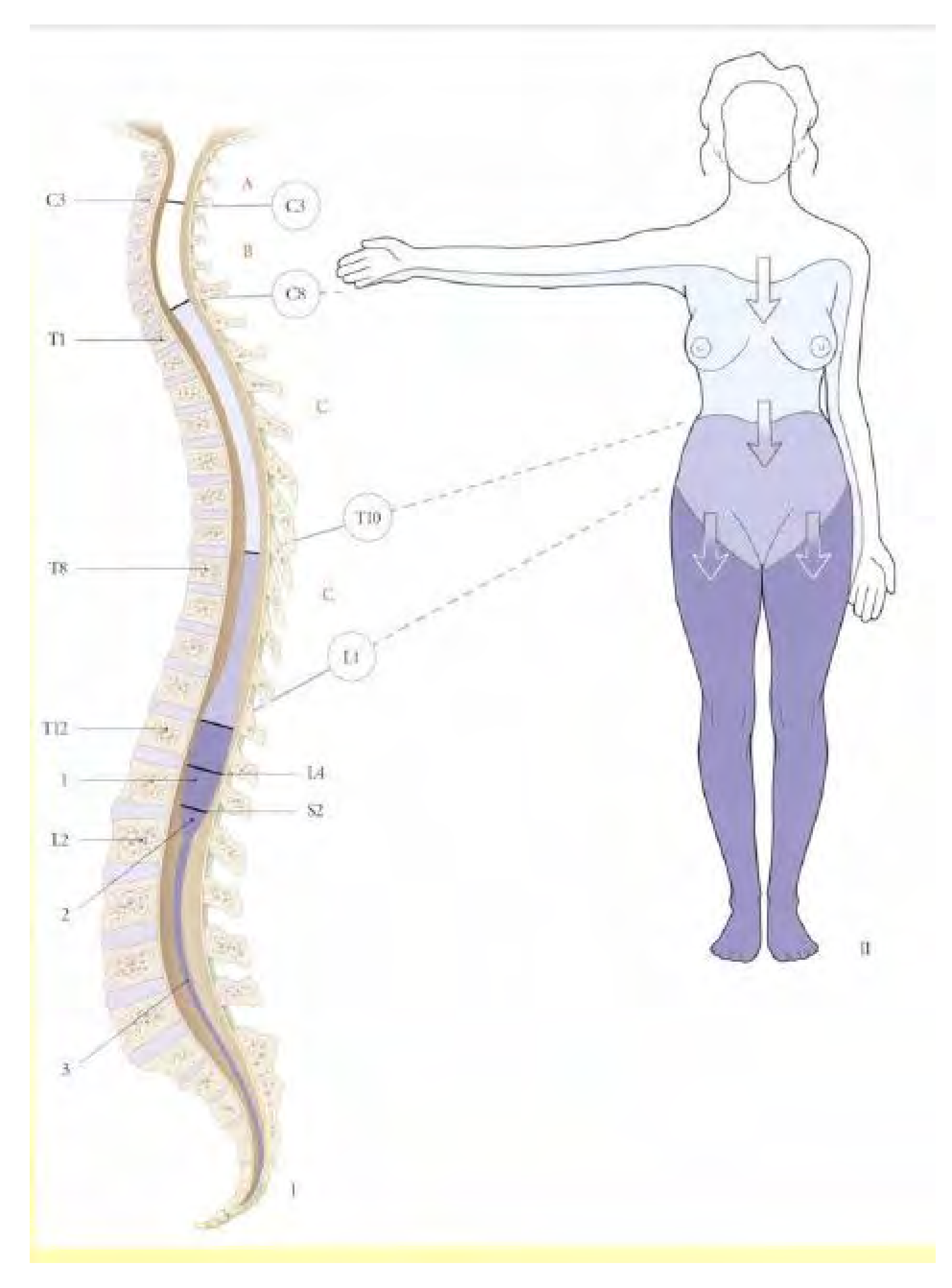


FIG. 19.4. **Spina bifida lombaire (avec myéloméningocèle) chez un nouveau-né** (1)

Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 187



Anatomie clinique – Tome 5 Neuroanatomie – P. KAMINA – p. 224

A – Zone mortelle ; B – zone de tétraplégie ; C – zone de paraplégie